This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

NOV:ANGL:1650:SIGILL:CO
CHRISTO
Bot. & Recd. July 10.
1837.

MANUEL

D'APPLICATIONS

MATHÉMATIQUES

USUELLES

ET AMUSANTES.

PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
RUE RACINE, N°. 4, PLACE DE L'ODÉON.

MANUEL

D'APPLICATIONS

MATHÉMATIQUES

USUELLES

ET AMUSANTES;

CONTENANT

Des Problèmes de Statique, de Dynamique, d'Hydrostatique et d'Hydrodynamique, de Pneumatique, d'Acoustique, d'Optique, etc., avec leurs solutions; des Notions de Chronologie, de Gnomonique, de Levé des Plans, de Nivellement, de Géométrie pratique, etc., avec les formules y relatives; plus un grand nombre de Tables usuelles, et terminé par un Vocabulaire renfermant la substance d'un Cours de Mathématiques élémentaires.

PAR T. RICHARD.

SECONDE ÉDITION,

ORNÉE DE FIGURES.

PARIS,

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N°. 10 *bis*.

1834.

[illegible]58.34

INTRODUCTION.

J'ai eu pour but, en publiant ce Manuel, de donner aux personnes qui n'ont que des connaissances très-bornées en mathématiques, les moyens de résoudre facilement les divers problèmes qui peuvent se présenter dans les usages ordinaires de la vie, ou ceux que la curiosité seule les porterait à se proposer sur les théories qu'il renferme. Sans leur faire de nouveau parcourir la route qui a pu conduire à telle ou telle méthode de calcul, je la présente d'abord; et la démonstration que j'omets est le plus souvent remplacée par des applications nombreuses qui serviront à familiariser le lecteur avec l'usage de cette méthode. C'est au moyen de ce plan que j'ai pu renfermer dans un petit espace les théories les plus usuelles de la mécanique des solides et des fluides, de l'optique, de l'acoustique, etc., etc.

Loin de moi la prétention d'avoir seulement esquissé l'ensemble des applications mathématiques; la science des grandeurs et des nombres considérée dans sa nature et dans ses résultats est trop vaste pour se prêter à de telles réductions. Création de l'intelligence, elle s'élève d'un petit nombre de propositions évidentes par elles-mêmes pour devenir un instrument de raison pure d'une absolue certitude qui s'applique à tous les phénomènes de la nature et de l'art, les éclaire tous, et embrasse le système tout entier de l'univers visible. C'est elle, a dit un savant illustre, qui à la fois mesure le travail des animaux et des machines, qui détermine la force de la vapeur, tient enchaînées dans un petit espace les causes d'explosion les plus puissantes, indique les formes de construction les plus propres

Problème.

Trouver graphiquement la résultante de plusieurs forces concourant au même point, et agissant dans le même plan.

1o. Soient, par exemple (*fig.* 1), quatre forces A, B, C, D, agissant sur le point P, et représentées en grandeur et en direction par les lignes P A, P B, P C, P D; du point A menez A b, parallèle et égale à P B, de b, menez $b\,c$, parallèle et égale à P C, de c, menez $c\,d$, parallèle et égale à P D, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toutes les forces soient construites. Joignez P d, et P d sera en grandeur et en direction la résultante demandée,

Ceci revient, en effet, à trouver la résultante de deux forces A et B, puis à combiner cette résultante avec une troisième force C, pour trouver une deuxième résultante que l'on combinerait de même avec une quatrième force pour trouver une troisième résultante, et ainsi de suite jusqu'à la $(n-1)^{ème}$ résultante de n forces. Si l'opération est bien faite au moyen d'une échelle bien construite, on approchera facilement de la vraie résultante à $\frac{1}{150}$ près, en ne donnant que des dimensions ordinaires à la figure.

Problème.

Si l'on demandait l'expression de la résultante R de deux forces, au moyen de ces forces F f et de l'angle qu'elles forment A, on aurait en nommant a l'angle formé par R et F

$$R^2 = F^2 + f^2 + 2\,F\,f \cos.\,A,$$

$$\text{et tang. } a = \frac{f \sin.\,a}{F + f \cos.\,A} \text{ ou}$$

$$\text{séc. } a = \frac{f}{F + f \cos.\,A}$$

Deux forces parallèles qui agissent dans le même sens aux deux extrémités d'une verge inflexible peuvent être remplacées par une résultante égale à leur somme.

Si ces forces sont égales, la résultante doit être appliquée au milieu de la verge.

Si elles sont inégales, le point d'application de la résultante partage la verge en deux parties réciproquement proportionnelles aux composantes.

Trois forces F. f. f', appliquées à un même point et situées dans des plans différens, ont pour résultante, en grandeur et en direction, la diagonale du parallélipipède construit sur ces forces.

A, B, C, étant les angles formés par les directions des forces Ff, Ff', ff', on a pour l'expression de cette résultante

$$R^2 = F + f^2 + f'^2 + 2\,F f \cos. A + 2\,F f' \cos. B + 2\,ff' \cos. C.$$

On appelle *moment d'une force* le produit de cette force par la distance de sa direction à un point, à une ligne ou à un plan.

Lorsqu'un corps est assujetti à tourner autour d'un point ou d'une droite par l'effet de certaines forces, il faut, pour l'équilibre, que la somme des momens des forces qui tendent à le faire tourner dans un sens, soit égale à la somme des momens des forces qui tendent à le faire tourner en sens contraire.

DES CENTRES DE GRAVITÉ.

La pesanteur ou la gravité est la force qui sollicite chacune des parcelles de la matière.

Le poids d'un corps est la somme ou la résultante de toutes les actions que la pesanteur exerce sur ce corps. Le poids d'un corps dépend donc de sa *masse*, ou de la quantité absolue de matière dont il est composé.

Le centre de gravité d'un corps est le
lequel passe la résultante de tous les effi
caux exercés sur chaque molécule par l'ac
pesanteur, quelle que soit la position de

Problème.

Trouver mécaniquement le centre de gr
corps.

Il suffit de le suspendre successivement
positions d'équilibre, à l'aide de fils ver
pliqués tour à tour à deux points différen
d'intersection du prolongement de ces f
centre cherché.

Le centre de gravité de tout corps hon
à son centre de figure.

Le centre de gravité d'une droite est au
sa longueur.

Celui de l'arc de cercle est sur le rayon
par le milieu de l'arc, à une distance du
est une quatrième proportionnelle à la lo
l'arc, à sa corde et au rayon.

Celui du secteur circulaire, dont c est
a l'arc, et r le rayon, est à une distance

$$= \frac{2\,cr}{3\,a}$$

Celui de l'aire du segment de cercle,
la surface et c la corde, est sur le rayon
tance du centre

$$= \frac{1\,c^3}{12\,A}$$

Celui d'une calotte sphérique est au
l'axe.

Celui du secteur sphérique est sur son
distance du centre égale aux $\frac{1}{4}$ du rayon,
$\frac{3}{8}$ de la hauteur de la calotte.

Celui du paraboloïde et aux $\frac{1}{3}$ de l'ax

du sommet et dans le paraboloïde tronqué dont h est la hauteur, R et r les rayons des bases. Il est situé sur l'axe à une distance de la moindre section

$$= \frac{1}{3} h \frac{R^2 2 + r^2}{R^2 + r^2}.$$

Celui du *contour* ou de l'*aire* d'un *parallélogramme* est à l'intersection de ses diagonales; celui de la circonférence ou de l'aire du *cercle*, de la surface ou du volume de la sphère, au centre.

Celui du contour d'un polygone s'obtient en divisant la somme des momens de ses côtés, par rapport à deux axes pris dans son plan par le contour du polygone; les quotiens sont les coordonnées du centre de gravité.

Celui d'un triangle est situé, à partir d'un de ses angles, aux deux tiers de la droite menée du sommet de cet angle, au milieu du côté opposé.

Celui de l'aire d'un polygone s'obtient en le décomposant en triangles.

Celui du cône et de la pyramide est situé aux $\frac{1}{4}$ de la droite menée du sommet au centre de gravité de la base, à partir du sommet.

Le prisme et le cylindre ont leur centre de gravité au milieu de la droite, qui joint le centre de gravité de leurs bases.

Celui du tronc de cône qui a pour hauteur h et pour rayons des bases R et r, est située sur l'axe à une distance de la moindre base.

$$= \frac{1}{4} h \frac{3 R^2 + 2 R r + r^2}{R^2 + R r + r^2}.$$

DES MACHINES ÉLÉMENTAIRES.

DU LEVIER.

Le levier est une verge inflexible droite ou courbe, par le moyen de laquelle une force meut ou tend à

mouvoir une autre force, autour d'un point d'appui sur lequel le levier est posé.

Il est de la première espèce, si l'appui est entre la puissance et la résistance (*fig.* 2); de la seconde, si la résistance est entre l'appui et la puissance; et de la troisième, si la puissance est entre l'appui et la résistance.

Dans l'équilibre du levier, la puissance et la résistance sont en raison inverse des distances du point d'appui à leur direction.

Lorsque les forces sont parallèles, la puissance et la résistance sont en raison inverse des bras du levier. Ainsi, dans les *fig.* 1, 2, 3, appelant P la puissance, a la distance de la pusisance au point d'appui, R la résistance, b la distance de la résistance au point d'appui, on a toujours

$$P \times a = R \times b,$$

qui donne une de ces quantités lorsqu'on connaît les trois autres.

Quelques problèmes éclairciront ce que ces principes pourraient avoir d'abstrait.

Problème.

Obtenir le poids exact d'un corps avec une balance fausse ou dont les bras du levier sont inégaux.

Appelons l'un des bassins B, l'autre B', Q le corps dont on veut connaître le poids. Placez ce corps dans le premier bassin B, et observez le poids p qui lui fait équilibre; 2°. transposez le corps Q dans B', et observez le nouveau poids p' qui lui fait équilibre.

Le poids vrai du corps $= \sqrt{pp'}$.

En effet, puisque *deux puissances qui tendent à faire tourner un levier en sens contraire, et qui se font équilibre, sont en raison réciproque de leurs distances au point d'appui*, si l'on appelle l, l' les longueurs des bras des bassins B, B' nous aurons les *proportions* suivantes :

$Q : p :: l' : l$ 1re. pesée.
$Q : p' :: l : l'$ 2e. pesée.

d'où l'on tire $Q\,l = p\,l'$ et $Q\,l' = p' \times l$; multipliant ces équations, on a $Q^2 ll' = pp'\,l\,l'$; divisant les deux membres par ll', il vient $Q^2 = p\,p'$, d'où enfin $Q = \sqrt{p\,p'}$.

Problème.

Soit un poids D (*fig.* 3) de 2000 livres qu'on demande d'élever, on donne, à cet effet, un levier de 12 pieds de longueur; l'homme qui doit mouvoir ce poids n'a qu'une force de 30 livres, on demande en quel endroit du levier on doit placer le poids.

Prenant pour inconnue x la distance de la résistance au point d'appui, la quantité a de la formule

$$P\,a = R\,b$$

devient, en réduisant les pieds en pouces, $144 - x$; d'où

$30\,(144 - x) = 2000\,x$, d'où $x = 2$ pouces 19.

Si donc le poids D est suspendu au levier, à la distance de 2 pouces $\frac{19}{100}$, la puissance soutiendra ce poids; mais, en rapprochant un peu D de C, elle pourra le soulever.

Problème.

« Un point d'appui, et je meus la terre », disait Archimède.

On demande en quel point du levier n il eût fallu la placer, en supposant à Archimède une force f, sachant que, d'après les expériences de Cavendish, le pied cube moyen de matière terrestre pèse 385 livres, et que, par conséquent, la masse du globe est de 1,485,885,408,245,287,908,320,000 livres.

Problème.

Un homme, et un enfant qui n'a qu'une force de 25 livres, ont à transporter un poids de 270 livres, suspendu à une perche inflexible de 12 pieds de longueur; on demande comment il faudra disposer le fardeau.

Considérant ici l'enfant comme puissance, et l'homme comme point d'appui, et appelant x la distance de l'homme à la résistance, notre formule devient

$$25 \times 144 = 270\,x, \text{ d'où } x = \tfrac{169}{17} = 13 \text{ pouces } \tfrac{1}{17}.$$

Le fardeau doit donc être placé à 1 pied 1 pouce 4 lignes de l'homme.

Lorsqu'on veut avoir égard à la pesanteur du levier, il faut considérer son poids comme une force appliquée verticalement à son centre de gravité.

Problème.

Deux hommes, que nous appellerons Jean et Pierre, portent, de la même manière, à l'aide d'une perche cylindrique homogène, du poids de 14 livres et de 24 pieds de longueur, trois fardeaux de 20, 40 et 35 livres: le premier, à 5 pieds de Jean, le deuxième, au milieu de la perche, et le troisième, à 4 pieds de Pierre. On demande quel poids supportera chaque homme.

Il est d'abord évident que le poids du deuxième fardeau et celui de la perche sont également répartis. Prenant ensuite Pierre pour point d'appui, et Jean pour puissance, notre formule donne,

part de Jean pour le premier fardeau,

$$P \times 24 = 20 \times 19, \text{ d'où } P = 15\ \tfrac{5}{6}$$

pour le troisième fardeau,

$$P \times 24 = 35 \times 4, \text{ d'où } P' = 5\ \tfrac{5}{6}$$

pour la perche et le deuxième fardeau, 27

Total. . . . . 48 $\tfrac{1}{2}$

La résultante des poids étant 109, on a, pour la part de Pierre, $109-48\frac{1}{3}=60\frac{1}{3}$.

DE LA POULIE ET DES MOUFLES.

La poulie est une roue dont la circonférence est creusée en gorge pour recevoir un cordon : elle est traversée par un axe dont les extrémités entrent dans les yeux d'une chape.

La poulie est fixe quand la chape est attachée à un point fixe ; seule elle n'a d'autre avantage mécanique que de changer la direction de la puissance ; elle ne diminue en rien l'effort du poids par rapport à la puissance qui le fait mouvoir, et même, comme il n'y a point de machine sans frottement, on peut dire que pour faire mouvoir un poids par le moyen d'une poulie fixe, il faut un peu plus de force que si on le tirait immédiatement.

La poulie est mobile quand la chape est liée à la résistance et se meut avec elle.

Dans l'équilibre de la poulie fixe ou mobile, les forces appliquées à la corde ou les forces tangentielles sont égales, et si R est le rayon de la poulie, C la charge que supporte l'axe, S la sous-tendante de l'arc enveloppé par le cordon, P l'une des forces tangentielles, on a

$$P : C :: R.S.$$

Si les cordons sont parallèles, S est alors le diamètre de la poulie, et l'on a en faisant $R = 1$

$$2P = C$$

ou la pression sur l'axe égale à deux fois la puissance.

Soit une force F soutenant un poids P, au moyen d'un système de poulies mobiles de rayons r. r' r''.... embrassées chacune par un cordon attaché d'une part à un point fixe, et de l'autre à la poulie voisine ; soit en outre s. s'. s'', les sous-tendantes des arcs enveloppés, on a dans l'équilibre

$$\frac{F}{P} = \frac{r \times r' \times r'' \ldots}{s \times s' \times s'' \ldots}$$

Si les cordons sont parallèles, n étant le nombre de poulies, notre formule devient

$$\frac{F}{P} = \frac{1}{2^n}.$$

Un moufle est un système de poulies assemblées dans une même chape, sur le même axe ou sur des axes particuliers. On emploie ordinairement deux moufles, l'un attaché à la puissance, et l'autre lié au poids; toutes ces poulies sont embrassées par une même corde, dont un des bouts est attaché à un des moufles, et l'autre est tiré par la puissance.

Si F est la force, P le poids a a' a''.... les angles que font avec la verticale les cordons qui vont d'un moufle à l'autre, on a dans l'équilibre

$$F = \frac{P}{\cos. a + \cos. a' + \cos. a'' \ldots}.$$

Si les cordons sont parallèles et en nombre n, alors

$$F = \frac{P}{n}.$$

DU TOUR, TREUIL OU CABESTAN.

Le tour est composé d'un cylindre horizontal ou vertical, mobile autour de son axe, et sur lequel s'enveloppe un cordage au bout duquel est attaché un poids qu'on veut approcher de la machine. Ce poids est mû par des puissances appliquées à l'extrémité d'un ou plusieurs leviers fixés perpendiculairement *à l'axe* du cylindre.

On a pour la condition d'équilibre, P étant la puissance, R la résistance ou le poids, r le rayon du cylindre plus le demi-diamètre de la corde qui s'enroule, l la longueur du levier comptée depuis l'axe du cylindre,

$$Pl = Rr.$$

Le *cric* est composé d'une barre de fer dentée d'un côté et retenue par une chape, dans laquelle cette barre est mobile dans le sens de sa longueur; les dents de la barre engrènent avec celles d'un pignon qu'une puissance fait tourner au moyen d'une manivelle.

L'équation précédente s'applique aussi à cette machine, en faisant $r =$ le rayon du pignon, et $l =$ celui de la circonférence que la manivelle tend à mouvoir.

Il est des crics dont on augmente la force en faisant engrener les dents du pignon avec celles d'une roue, et les dents du pignon de cette roue avec celles de la barre, alors $r\,r'$ étant les rayons des pignons $l\,l'$, ceux de la roue et de la manivelle, on a

$$P\,ll' = R\,rr',$$

et généralement si l'on conçoit un système de roues et de pignons successifs, de rayons $l\,l'\,l''\,l'''\ldots$, $r\,r'\,r''\,r'''\ldots$, on aura toujours

$$P\,ll'\,l''\,l'''\ldots = R\,rr'\,r''\,r'''\ldots$$

Problème.

On demande le rapport de la puissance au poids pour un système semblable, les roues et les pignons étant au nombre de cinq, et ayant pour rayons les premières 9, 6, 9, 10 et 12 pouces, et les pignons chacun 3 pouces, on

$$\frac{P}{R} = \frac{3\times3\times3\times3\times3}{9\times6\times9\times10\times12} = \frac{1}{240}.$$

Problème.

Ce théorème s'applique aussi aux vit
mées. Veut-on connaître quelle vitesse
primée à la dernière roue dans un systèn
et de 6 pignons, dont les rayons seront
port de 10 à 1, appelant v la vitesse du
gnon, on aurait

$$\frac{v}{V} = \frac{1}{10^6} = \frac{1}{1000000}$$

c'est-à-dire que la dernière roue se m
une vitesse un million de fois plus g
premier pignon.

Nous avons confondu le cabestan et l
qu'en définitive la théorie est la même;
cependant ajouter qu'on adapte le plus
tour un tambour dans lequel on fait
hommes qui agissent par leur pesantei

Ainsi (*fig.* 4) H S B A étant le tam
fait marcher un homme à l'intérieur,
effort pour s'avancer vers H, K, S,
arrivé en H ou en K, la ligne de pe
H O, K E, et il agira comme s'il ét
en O, E, etc...; en B sa force sera la
possible.

Et en général, plus l'angle que sa
mera avec l'horizontal D B sera petit,
aura d'action, car son bras de levier
comme le cosinus de cet angle.

Cela posé, on propose le problème s

Problème.

Dans l'intérieur du tambour d'un tou
de l'horizontale C B, en S par exempl
un homme pesant 135 livres; au de
agit pareillement par son poids un a
pesant 116.91 livres. Le rayon de la

est égal à 20 pieds, et celui du cylindre est de 18 pouces.

On demande, 1°. de quel côté tournera la machine ;

2°. Quel contrepoids P chacun de ces hommes pourra équilibrer, suivant qu'ils agiront en S ou en B.

Cherchons d'abord la longueur du bras de levier de l'homme en S.

Le cosinus de l'angle de 30 degrés dans le cercle dont le rayon est 1, est.	0.866025
Pour le cercle de rayon.	20
On a.	17.32. . .
C'est la longueur du bras de levier.	
Multipliant par le poids de l'homme=	135
Le moment est de.	2338.2
On a pour l'autre moment 116.91×20 =	2338.2
Différence.	0

Les momens sont égaux ; partant, il y a équilibre, la machine ne tournera ni d'un côté ni de l'autre.

La formule $P\,l = R\,r$ résoudra tous les autres cas, et l'on trouvera

que l'homme de 116.91 livres, placé en B, équilibrera	1558.8
que le même, en S, équilibrera.	1349.92
l'homme de 135 livres, en B.	1800.
le même, en S.	1558.8

DU PLAN INCLINÉ.

Un corps qui ne touche au plan qu'en un point ne peut demeurer en équilibre qu'autant que les forces qui agissent sur lui peuvent se réduire à une seule, dirigée au point de contact perpendiculairement au plan.

Soit une *puissance* F, retenant un poids P sur

un plan incliné, a l'angle d'inclinaison du plan avec l'horizon, b celui de la direction de la puissance avec le plan, on a pour l'équilibre

$$F.\cos.\ b = P.\sin.\ a,$$

ou bien encore, h étant la hauteur du plan, l sa longueur

$$F\,l = P\,h.$$

Si R désigne la pression sur le point d'appui, B la base du plan, on a

$$R = \frac{P\,B}{l} = \frac{P\cos.\ c}{\cos.\ b}$$

c étant l'angle que fait la direction de la puissance avec l'horizontale.

Si la direction de la puissance est horizontale, ces formules deviennent

$$F.B = P\,h \text{ et } R = \frac{P\,l}{B}.$$

Un corps pesant ne peut être en équilibre entre deux plans inclinés (*fig.* 5), que lorsqu'il se trouve dans la verticale qui passe par le centre de gravité du corps un point F, tellement situé, que de ce point on puisse abaisser, sur chaque plan, une perpendiculaire qui ne laisse point, d'un même côté, tous les points de contact du corps avec le plan. Il faut, en outre, que ces perpendiculaires soient dans un même plan.

Appelant P le poids du corps, R sa pression sur B, R′ celle sur BD, a l'angle ABD, b l'angle DBI, c l'angle ABH, on a

$$\frac{P}{\sin.a} = \frac{R}{\sin.b} = \frac{R'}{\sin.c}.$$

Application.

Soit $c=30°$, $b=60°$, on a $a=90°$; les sinus de ces angles sont entre eux comme 100, 86.6 et 50. Si le poids du corps est 100 livres, la pression sur AB sera 86.6, et sur BD, 50.

Problème.

Un homme cherche à faire monter un baril de 150 livres sur la longueur d'un plan dont la base est 10 pieds, et la hauteur $7\frac{1}{2}$; il se sert pour cela d'une corde qui enroule le baril; on demande quelle force il devra employer pour le maintenir à la même place, en tirant parallèlement au plan.

Nous ferons remarquer d'abord que

$$l=\sqrt{(B^2+h^2)}=\sqrt{156.25}=12.5$$

notre formule $F\,l=P\,h$ devient alors $12.5\times F=150\times 7.5=1125$, d'où

$$F=\frac{11250}{125}=90 \text{ livres.}$$

pour l'effort total; mais la corde tirée par l'homme étant retenue par une de ses extrémités à un point fixe, l'effort de l'homme ne serait que la moitié de ce nombre ou 45 livres.

Problème.

Une échelle homogène, inflexible et symétrique, de 30 pieds de longueur et du poids de 90 livres, est appuyée obliquement contre un mur vertical: la distance du pied de l'échelle au mur est de 18 pieds; on demande quelle est l'action de la pesanteur perpendiculairement à la direction de l'échelle et au milieu, on a

$$R = \frac{PB}{l} = \frac{90 \times 18}{30} = 54 \text{ livres.}$$

Problème.

Un homme du poids de 124 livres se place sur l'échelle à une longueur de 10 pieds, à partir de sa base, quelle sera l'action perpendiculaire à la direction de l'échelle?

$$R = \frac{124 \times 18}{30} = 74.4 \text{ livres.}$$

Problème.

Enfin les circonstances restant les mêmes, quelle sera la pression de l'échelle sur le mur vertical?

La pression de l'échelle sera de.	27
Celle de l'homme (voy. *levier*).	24.8
Pression totale.	51.8

Problème.

Etant donné un poids de 1000 livres, placé sur la longueur d'un plan incliné, et une puissance de 50 livres agissant parallèlement à sa longueur, on demande quel angle ce plan devra former avec l'horizon pour qu'il y ait équilibre entre les deux forces?

F cos. b = P sin. a. Ici l'angle b est o, puisque la direction de la force est parallèle au plan; donc F cos. b = F. (*Voy.* la table, au mot *trigonométrie.*)

$$\sin. a = \frac{F}{P} = \frac{50}{1000}$$

log. F est	1.6989700
complément log. P	7.0000000
log. sin. a	8.6989700

a ou l'angle pemandé est donc 2° 52' à peu de chose près.

Problème.

Étant donné un plan incliné de 30 degrés à l'horizon, avec un poids de 800 livres sur sa longueur, on demande quel effort il faudra employer pour faire monter ce poids en agissant parallèlement au plan ?

F cos. b=P sin. a se réduit comme dans l'exemple précédent à F=P sin. a=800 sin. 30°=800 ×0.5=400 livres. C'est la force qui maintiendait ce poids; pour peu qu'on l'augmentât, il s'avancerait sur le plan.

DE LA VIS.

La vis est un cylindre droit, à la surface duquel adhère un *filet* ou corps saillant qui fait partout un même angle avec la génératrice du cylindre. Le *pas* de la vis est l'intervalle compris entre deux filets consécutifs, mesuré parallèlement à l'axe du cylindre.

Dans les usages de la vis on emploie toujours l'action d'une puissance qui tourne autour de l'axe du cylindre par le moyen d'un levier, comme dans le treuil.

F étant cette puissance, R la résistance, d le pas de la vis, c la circonférence décrite par la puissance appliquée au levier, on a pour l'équilibre.

$$\frac{F}{R} = \frac{d}{c}.$$

Cette formule montre que l'avantage mécanique, en théorie, est d'autant plus grand, que la circonférence c est plus grande ou que le pas de la vis est plus petit.

Si l'on suppose que la roue d'un treuil soit dentée, et que ses dents engrènent avec les filets d'une vis

qu'une puissance fait tourner au moyen d'une manivelle, on aura une idée de la *vis sans fin*.

On a pour l'équilibre, dans cette machine, F étant la puissance, P la résistance ou le poids, d le pas de la vis, r le rayon du cylindre de la vis, c la circonférence décrite par la puissance, R le rayon de la roue,

$$\frac{F}{P} = \frac{d \times r}{c \times R}.$$

DU COIN.

La théorie du coin est à peu près sans usage; nous ne la donnons ici que pour compléter le recueil de ce qu'on trouve sur les machines élémentaires dans tous les ouvrages de mécanique.

L'équilibre dans le coin exige la relation suivante:

$$\frac{P}{P} = \frac{t}{h}$$

P étant la puissance qui frappe le coin, R la résistance qu'il éprouve pour séparer les parties du corps entre lesquelles il est interposé, t la tête du coin, h la hauteur du coin.

L'avantage mécanique d'une machine composée se détermine en analysant ses parties. Par exemple, si m à 1, n à 1, r à 1, s à 1, sont les avantages séparés, le produit $m \times n \times r \times s$ à 1 sera l'avantage du système.

Problème.

Si l'on demandait quelle charge une puissance de 30 livres pourrait élever au moyen d'une machine composée d'une manivelle, d'un pignon, d'une roue et d'un mouffle triple, le rayon de la manivelle étant 6, celui du pignon 1, celui de la roue, 10 fois celui du cylindre sur lequel elle tourne, on obtient, *au moyen des formules* précédentes,

$$30 \times 6 \times 10 \times 6 = 10800 \text{ livres.}$$

Tel est le poids que la puissance pourrait élever, en faisant toutefois abstraction du frottement, qui altère considérablement les relations que nous avons données; et pour l'influence duquel nous devons renvoyer aux traités spéciaux.

QUELQUES PROBLÈMES RELATIFS AUX CONSTRUCTIONS.

De l'épaisseur à donner aux murs de revêtemens pour qu'ils résistent à l'effort ou à la poussée des terres qu'ils soutiennent.

x étant cette épaisseur au sommet, h la hauteur du mur, n le rapport entre la base et la hauteur du talus du parement extérieur, n' la même quantité pour le parement intérieur, t la tangente de la moitié de l'angle qui fait le talus naturel (1) des terres à soutenir avec la verticale, p la pesanteur spécifique des terres, P celle de la maçonnerie, on a

$$x = h\left[-(n+\tfrac{1}{2}n') + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,p}}\right]$$

Si les deux talus du mur sont égaux, la formule devient

$$x = h\left[-\tfrac{1}{2}n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right]$$

(1) On appelle talus naturel la pente que prennent les terres nouvellement remuées et mises les unes au-dessus des autres, sans être battues ni retenues par aucun fascinage. L'angle de cette pente avec l'horizon est d'autant plus aigu que les *terres sont moins fortes.*

Si le mur n'a qu'un talus à l'extérieur,

$$x = h\left[-n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right]$$

Si les paremens sont tous deux verticaux,

$$x = h\sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}$$

Si le mur doit soutenir la poussée d'un fluide,

$$x = h\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$$

Si le terrain soutenu est chargé d'un poids, d'un pavé, par exemple, en supposant ce poids distribué uniformément à la surface du terrain, et appelant G la pression sur une unité de surface, on a

$$x = h\left[-(n+\tfrac{1}{2}n') + t\sqrt{\frac{p+\frac{3\,G}{h}}{3\,P}}\right]$$

L'expérience a fait voir que les valeurs de $\frac{p}{P}$ varient entre $\frac{90}{100}$, $\frac{75}{100}$ et $\frac{60}{100}$; partant, celles de $\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$ sont $\frac{55}{100}$, $\frac{50}{100}$ et $\frac{45}{100}$; elle enseigne aussi que t est ordinairement compris entre..... 1,00 0.577 0.414 0.268

Ces nombres sont les tangentes de..... 45° 30° 22½ 15°

Problème.

Quelle épaisseur faut-il donner à un mur de 15 pieds de hauteur sans talus, pour résister à la poussée de terres fraîchement remuées, dont le talus naturel est de 45°? Le rapport des pesanteurs spécifiques des terres et de la maçonnerie étant 0.75, on a

$$x = h\sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,\mathrm{P}}} = h \times 0.414\sqrt{0.25}$$
$$= h \times 0.414 \times 0.5 = h \times 0.2070\,;$$

c'est-à-dire environ les $\frac{1}{10}$ de la hauteur ou 3 pieds.

On pourra s'exercer avec les données suivantes. Appelant r notre rapport $\frac{p}{\mathrm{P}}$, T le talus naturel des terres, on trouvera que

r étant successivement	0.90	0.75	0.60	et T
	0.55	0.50	0.45	90°
x — la hauteur h multipliée par l'un des nombres correspondans de ce tableau.	0.32	0.29	0.26	60°
	0.23	0.20	0.19	45°
	0.15	0.13	0.12	30°

$T = 90°$ (d'où $t =$ tang. 45°) est pour le cas des fluides *ou des terres délayées*.

Problème.

Avec les mêmes données que dans le problème précédent, on demande l'épaisseur à donner au sommet du mur, en lui supposant un talus extérieur dont la base est 9 pouces ou 0.75 d'un pied, on a

$$\frac{0.75}{15} = 0.05 = n \text{ et } x = h\left[-n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right]$$

devient $x = h\,[-0.05 + 0.414 \times 0.51\,] = h\,(0.2070 - 0\,05) = h \times 0.157 = 15 \times 0.157 =$ 2 pieds 0.355.

Problème.

Les mêmes données que dans le problème précédent, excepté qu'il y de plus un talus à l'intérieur égal à celui extérieur.

$$x = h\left(-\frac{3}{2}n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right) = h \times 2132$$

Quelques ingénieurs emploient des formules qui diffèrent sensiblement de celles que nous avons données d'après M. de Prony ; les résultats qu'on en déduit étant favorables à la solidité, nous les présenterons ici sans applications. Appelant R notre rapport $\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$, afin de simplifier les expressions, T le talus naturel des terres avec la verticale, on a

pour les murs rectangulaires.	$x = h \sin.\,T.\,R$
murs avec talus extérieur	$x = h \sin.\,T - n\,h$
murs avec talus intérieur et extérieur . .	$x = h \sin.\,T - \left(n + \frac{n'}{2}\right) h$

et l'on a pour les limites assignées par l'expérience, T=90°, 60°, 45°, 30°, et pour la valeur des sinus correspondans sin. T=1.00, 0.866, 0.707, 0.50.

RÉSISTANCE DES CORDES.

D'après les expériences de Duhamel, *d* étant le diamètre d'une corde, elle supporte moyennement $d^2 \times 400$ kilogrammes.

D'après Coulomb, les cordes blanches portent jusqu'à 50 ou 60 kilogrammes par fil de caret ; mais on ne doit jamais les charger de plus de 40 kilogrammes. Les cordes goudronnées ne portent que les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{1}{4}$ des cordes blanches.

DE LA RÉSISTANCE OU DE LA FORCE DES BOIS.

Nous présenterons d'abord deux tables qui faciliront nos calculs, et qui sont le résultat moyen d'expériences faites avec soin par Buffon et autres.

LONGUEUR en pieds.	GROSSEUR EN POUCES.				
	4 POUCES.	5 POUCES.	6 POUCES.	7 POUCES.	8 POUCES.
	livres.	livres.	livres.	livres.	livres.
7	5312	11525	18950	32200	47649
8	4550	9787	15525	26050	39750
9	4025	8308	13150	22350	32800
10	3612	7125	11250	19475	27750
12	2987	6075	9100	16175	23450
14	»	5100	7475	13225	19775
16	»	4350	6362	11000	16375
18	»	3700	5562	9425	13200
20	»	3225	4950	8275	12487

Ces expériences ont été faites sur le chêne. C'e
ce bois qui nous servira de terme de comparaison
on connaîtra le rapport de sa force à celui des autr
bois par la table suivante :

BOIS.	FORCE		ABSOLUE.	POIDS
	HORIZONTALE.	VERTICALE.		d'un pied cube e livres.
Alisier.	1142	1468	2104	61 $\frac{1}{2}$
Aune.	644	780	2080	46
Bouleau	853	861	1980	49 $\frac{1}{4}$
Charme.	1034	1022	2189	53 $\frac{1}{2}$
Châtaignier . .	957	950	1944	48
Chêne commun.	1000	807	1821	63 $\frac{1}{7}$
Erable	1094	843	2094	44
Frêne commun	1072	1112	1800	55
Hêtre.	1032	986	2480	50 $\frac{1}{2}$
Mélèze.	843	902	1460	46
Merisier	916	932	1580	50
Noyer	900	753	1120	47 $\frac{1}{2}$
Orme.	1077	1075	1980	51 $\frac{1}{2}$
Peuplier. . . .	586	680	940	29
Pin.	882	804	1041	43
Poirier.	850	816	1680	50
Sapin.	918	851	1250	38
Tilleul	750	717	1407	39 $\frac{1}{2}$
Tremble. . . .	624	717	1293	*

DE LA FORCE HORIZONTALE.

F étant le poids sous lequel une pièce placée horizontalement est près de rompre, on a coutume de prendre $\frac{F}{10}$ pour la charge qu'on peut lui faire porter sans danger de rupture. Cette force est donnée pour le chêne dans la table première.

Problème.

Si l'on demandait, par exemple, quel poids pourrait supporter en son milieu une solive de 18 pieds de long sur 8 pouces d'équarrissage, on trouverait dans la colonne 8 pouces et sur la ligne 18 pieds, le poids 13,200 livres; c'est la réponse à la question.

Il est bon de faire remarquer que cette charge, placée *au milieu* des solives, équivaut à une charge *double* qui serait également répartie sur toute la longueur.

Si l'on appelle n le rapport de la force d'un autre bois que le chêne à celle du chêne (rapport donné par la table 2), on aura

$n\,F$ = la charge sous laquelle il romprait.

$\frac{n\,F}{10}$ = celle que la pièce peut supporter en son milieu sans danger de rupture.

$\frac{n\,F}{5}$ = celle qu'elle pourrait supporter, pourvu que cette charge fût uniformément répartie sur toute la longueur.

Problème.

Faisons l'application de cette formule au problème précédent, la solive étant de sapin.

Nous avons trouvé pour F de chêne, dans la première table, *13,200.*

La seconde table donne $n = \frac{918}{1000}$

D'où l'effort sous lequel elle romprait ou $n\,F =$ 12,117 livres
Et la charge qu'elle peut porter sans danger en son milieu 1,211 livres
Et pour celle uniformément répartie sur sa longueur, sans danger de rupture, 2,442 livres

DE LA FORCE VERTICALE.

Les bois debout diminuent de force lorsqu'ils commencent à plier. La force moyenne du chêne, qui est de 44 livres par ligne carrée sur un cube, se réduit à

$\frac{1}{2}$ pour (la base étant 1) une hauteur.	12
$\frac{1}{4}$ pour.	24
$\frac{1}{6}$ pour.	36
$\frac{1}{8}$ pour.	48
$\frac{1}{12}$ pour.	60
$\frac{1}{24}$ pour.	72

Nous devons ajouter que la force verticale du chêne donnée dans la table 2, qu'on trouve être 807, est pour 18 lignes en superficie.

Cela posé, pour avoir la force verticale F d'un poteau, par exemple, dont on connaît la base et la hauteur, on cherchera le rapport du côté de sa base à sa hauteur, et l'on trouvera dans la petite table qui précède la fraction correspondant à la force verticale, fraction que nous appelons r, et l'on aura pour le chêne, B étant le nombre de lignes carrées de la base,

$$F = r \times \frac{B \times 807}{18} = \text{la plus grande charge}$$

qu'il puisse porter avant de se rompre.

$$F' = r \times \frac{B \times 807}{180} = \text{celle qu'il peut supporter sans risque.}$$

Problème.

On demande la force verticale d'un poteau de chêne, dont la base est 9 pouces en carré, et la hauteur 9 pieds. On trouve, pour le rapport du côté de la base à la hauteur,

$$\frac{9 \times 12}{9} = 12, \text{ d'où } r = \frac{5}{6}$$

$B = (9 \times 12)^2 = 11.664$ lignes carrées, d'où

$$F = \frac{5}{6} \times \frac{11664 \times 807}{18} = 435780$$

et pour F' = la plus grande charge, sans danger de rupture, 43,578 livres.

S'il s'agissait de calculer la force verticale de tout autre bois compris dans la table 2, on chercherait, par les formules précédentes, la valeur de F ou F′ pour le chêne, en lui donnant les dimensions du bois en question, et on multiplierait ce résultat par R, R étant le rapport de la force verticale du bois à celle du chêne, c'est-à-dire qu'on aurait

$$F = R\,r \times \frac{B \times 807}{18}$$

$$\text{et } F' = r R \times \frac{B \times 807}{180}$$

Problème.

En donnant donc à un poteau de sapin les dimensions *du problème* précédent, on trouverait

$$R = \frac{PB}{l} = \frac{90 \times 18}{30} = 54 \text{ livres.}$$

Problème.

Un homme du poids de 124 livres se place sur l'échelle à une longueur de 10 pieds, à partir de sa base, quelle sera l'action perpendiculaire à la direction de l'échelle?

$$R = \frac{124 \times 18}{30} = 74.4 \text{ livres.}$$

Problème.

Enfin les circonstances restant les mêmes, quelle sera la pression de l'échelle sur le mur vertical?

La pression de l'échelle sera de.	27
Celle de l'homme (voy. *levier*).	24.8
Pression totale.	51.8

Problème.

Etant donné un poids de 1000 livres, placé sur la longueur d'un plan incliné, et une puissance de 50 livres agissant parallèlement à sa longueur, on demande quel angle ce plan devra former avec l'horizon pour qu'il y ait équilibre entre les deux forces?

F cos. b = P sin. a. Ici l'angle b est o, puisque la direction de la force est parallèle au plan; donc F cos. b = F. (*Voy.* la table, au mot *trigonométrie.*)

$$\text{sin. } a = \frac{F}{P} = \frac{50}{1000}$$

log. F est	1.6989700
complément log. P	7.000000
log. sin. a	8.698970

a ou l'angle pemandé est donc 2° 52' à peu de chose près.

Problème.

Étant donné un plan incliné de 30 degrés à l'horizon, avec un poids de 800 livres sur sa longueur, on demande quel effort il faudra employer pour faire monter ce poids en agissant parallèlement au plan?

F cos. b=P sin. a se réduit comme dans l'exemple précédent à F=P sin. a=800 sin. 30°=800 ×0.5=400 livres. C'est la force qui maintiendait ce poids; pour peu qu'on l'augmentât, il s'avancerait sur le plan.

DE LA VIS.

La vis est un cylindre droit, à la surface duquel adhère un *filet* ou corps saillant qui fait partout un même angle avec la génératrice du cylindre. Le *pas* de la vis est l'intervalle compris entre deux filets consécutifs, mesuré parallèlement à l'axe du cylindre.

Dans les usages de la vis on emploie toujours l'action d'une puissance qui tourne autour de l'axe du cylindre par le moyen d'un levier, comme dans le treuil.

F étant cette puissance, R la résistance, d le pas de la vis, c la circonférence décrite par la puissance appliquée au levier, on a pour l'équilibre.

$$\frac{F}{R}=\frac{d}{c}.$$

Cette formule montre que l'avantage mécanique, en théorie, est d'autant plus grand, que la circonférence c est plus grande ou que le pas de la vis est plus petit.

Si l'on suppose que la roue d'un treuil soit dentée, et que ses dents engrènent avec les filets d'une vis

qu'une puissance fait tourner au moyen d'une manivelle, on aura une idée de la *vis sans fin*.

On a pour l'équilibre, dans cette machine, F étant la puissance, P la résistance ou le poids, d le pas de la vis, r le rayon du cylindre de la vis, c la circonférence décrite par la puissance, R le rayon de la roue,

$$\frac{F}{P} = \frac{d \times r}{c \times R}.$$

DU COIN.

La théorie du coin est à peu près sans usage; nous ne la donnons ici que pour compléter le recueil de ce qu'on trouve sur les machines élémentaires dans tous les ouvrages de mécanique.

L'équilibre dans le coin exige la relation suivante:

$$\frac{P}{P} = \frac{t}{h}$$

P étant la puissance qui frappe le coin, R la résistance qu'il éprouve pour séparer les parties du corps entre lesquelles il est interposé, t la tête du coin, h la hauteur du coin.

L'avantage mécanique d'une machine composée se détermine en analysant ses parties. Par exemple, si m à 1, n à 1, r à 1, s à 1, sont les avantages séparés, le produit $m \times n \times r \times s$ à 1 sera l'avantage du système.

Problème.

Si l'on demandait quelle charge une puissance 30 livres pourrait élever au moyen d'une machine composée d'une manivelle, d'un pignon, d'une roue et d'un moufle triple, le rayon de la manivelle étant 6, celui du pignon 1, celui de la roue, 1 celui du cylindre sur lequel elle tourne, on obtiendrait au moyen des formules précédentes,

$$30 \times 6 \times 10 \times 6 = 10800 \text{ livres.}$$

Tel est le poids que la puissance pourrait élever, en faisant toutefois abstraction du frottement, qui altère considérablement les relations que nous avons données; et pour l'influence duquel nous devons renvoyer aux traités spéciaux.

QUELQUES PROBLÈMES RELATIFS AUX CONSTRUCTIONS.

De l'épaisseur à donner aux murs de revêtemens pour qu'ils résistent à l'effort ou à la poussée des terres qu'ils soutiennent.

x étant cette épaisseur au sommet, h la hauteur du mur, n le rapport entre la base et la hauteur du talus du parement extérieur, n' la même quantité pour le parement intérieur, t la tangente de la moitié de l'angle qui fait le talus naturel (1) des terres à soutenir avec la verticale, p la pesanteur spécifique des terres, P celle de la maçonnerie, on a

$$x = h\left[-(n+\tfrac{1}{2}n') + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,p}}\right]$$

Si les deux talus du mur sont égaux, la formule devient

$$x = h\left[-\tfrac{1}{2}n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,\mathrm{P}}}\right]$$

(1) On appelle talus naturel la pente que prennent les terres nouvellement remuées et mises les unes au-dessus des autres, sans être battues ni retenues par aucun fascinage. L'angle de cette pente avec l'horizon est d'autant plus aigu que les terres sont moins fortes.

Si le mur n'a qu'un talus à l'extérieur,

$$x = h\left[-n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right]$$

Si les paremens sont tous deux verticaux,

$$x = h\sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}$$

Si le mur doit soutenir la poussée d'un fluide,

$$x = h\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$$

Si le terrain sòutenu est chargé d'un poids, d'un pavé, par exemple, en supposant ce poids distribué uniformément à la surface du terrain, et appelant G la pression sur une unité de surface, on a

$$x = h\left[-(n + \tfrac{1}{2}n') + t\sqrt{\frac{p + \frac{3\,G}{h}}{3\,P}}\right]$$

L'expérience a fait voir que les valeurs de $\frac{p}{P}$ varient entre $\frac{90}{100}$, $\frac{75}{100}$ et $\frac{60}{100}$; partant, celles de $\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$ sont $\frac{55}{100}$, $\frac{50}{100}$ et $\frac{45}{100}$; elle enseigne aussi que t est ordinairement compris entre..... 1,00 0.577 0.414 0.268

Ces nombres sont les tangentes de..... 45° 30° 22½ 15°

Problème.

Quelle épaisseur faut-il donner à un mur de 15 pieds de hauteur sans talus, pour résister à la poussée de terres fraîchement remuées, dont le talus naturel est de 45°? Le rapport des pesanteurs spécifiques des terres et de la maçonnerie étant 0.75, on a

$$x = h\sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,\mathrm{P}}} = h \times 0.414\sqrt{0.25}$$
$$= h \times 0.414 \times 0.5 = h \times 0.2070\,;$$

c'est-à-dire environ les $\frac{2}{10}$ de la hauteur ou 3 pieds.

On pourra s'exercer avec les données suivantes. Appelant r notre rapport $\frac{p}{\mathrm{P}}$, T le talus naturel des terres, on trouvera que

r étant successivement	0.90	0.75	0.60	et T
	0.55	0.50	0.45	90°
x — la hauteur h multipliée par l'un des nombres correspondans de ce tableau.	0.32	0.29	0.26	60°
	0.23	0.20	0.19	45°
	0.15	0.13	0.12	30°

$T = 90°$ (d'où $t =$ tang. 45°) est pour le cas des fluides ou des terres délayées.

Problème.

Avec les mêmes données que dans le problème précédent, on demande l'épaisseur à donner au sommet du mur, en lui supposant un talus extérieur dont la base est 9 pouces ou 0.75 d'un pied, on a

$$\frac{0.75}{15} = 0.05 = n \text{ et } x = h\left[-n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right]$$

devient $x = h\,[-0.05 + 0.414 \times 0.51\,] = h\,(0.2070 - 0\,05) = h \times 0.157 = 15 \times 0.157 =$ 2 pieds 0.355.

Problème.

Les mêmes données que dans le problème précédent, excepté qu'il y de plus un talus à l'intérieur égal à celui extérieur.

$$x = h\left(-\frac{3}{2}n + \sqrt{\frac{p\,t^2}{3\,P}}\right) = h \times 2132$$

Quelques ingénieurs emploient des formules qui diffèrent sensiblement de celles que nous avons données d'après M. de Prony ; les résultats qu'on en déduit étant favorables à la solidité, nous les présenterons ici sans applications. Appelant R notre rapport $\sqrt{\frac{p}{3\,P}}$, afin de simplifier les expressions, T le talus naturel des terres avec la verticale, on a

pour les murs rectangulaires. . . . . $x = h$ sin. T. R

murs avec talus extérieur . . . . . $x = h$ sin. T $- n\,h$

murs avec talus intérieur et extérieur . . $x = h$ sin. T $-\left(n + \frac{n'}{2}\right)h$

et l'on a pour les limites assignées par l'expérience, T=90°, 60°, 45°, 30°, et pour la valeur des sinus correspondans sin. T=1.00, 0.866, 0.707, 0.50.

RÉSISTANCE DES CORDES.

D'après les expériences de Duhamel, d étant le diamètre d'une corde, elle supporte moyennement $d^2 \times 400$ kilogrammes.

D'après Coulomb, les cordes blanches portent jusqu'à 50 ou 60 kilogrammes par fil de caret; mais on ne doit jamais les charger de plus de 40 kilogrammes. Les cordes goudronnées ne portent que les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ des cordes blanches.

DE LA RÉSISTANCE OU DE LA FORCE DES BOIS.

Nous présenterons d'abord deux tables qui faciliront nos calculs, et qui sont le résultat moyen d'expériences faites avec soin par Buffon et autres.

LONGUEUR en pieds.	GROSSEUR EN POUCES.				
	4 POUCES.	5 POUCES.	6 POUCES.	7 POUCES.	8 POUCES.
	livres.	livres.	livres.	livres.	livres.
7	5312	11525	18950	32200	47649
8	4550	9787	15525	26050	39750
9	4025	8308	13150	22350	32800
10	3612	7125	11250	19475	27750
12	2987	6075	9100	16175	23450
14	»	5100	7475	13225	19775
16	»	4350	6362	11000	16375
18	»	3700	5562	9425	13200
20	»	3225	4950	8275	12487

Ces expériences ont été faites sur le chêne. C'est ce bois qui nous servira de terme de comparaison ; on connaîtra le rapport de sa force à celui des autres bois par la table suivante :

BOIS.	FORCE HORIZONTALE.	FORCE VERTICALE.	FORCE ABSOLUE.	POIDS d'un pied cube en livres.
Alisier.	1142	1468	2104	61 1/2
Aune.	644	780	2080	46
Bouleau	853	861	1980	49 1/2 1/4
Charme.	1034	1022	2189	53 1/4
Châtaignier . .	957	950	1944	48
Chêne commun.	1000	807	1821	63 1/7
Erable	1094	843	2094	44
Frêne commun.	1072	1112	1800	55
Hêtre.	1032	986	2480	50 1/2
Mélèze.	843	902	1460	46
Merisier	916	932	1580	50
Noyer	900	753	1120	47 1/2 1/7
Orme.	1077	1075	1980	51 1/2 1/7
Peuplier. . . .	586	680	940	29
Pin.	882	804	1041	43
Poirier.	850	816	1680	50
Sapin.	918	851	1250	38
Tilleul	750	717	1407	39 1/2
Tremble. . . .	624	717	1293	»

DE LA FORCE HORIZONTALE.

F étant le poids sous lequel une pièce placée horizontalement est près de rompre, on a coutume de prendre $\frac{F}{10}$ pour la charge qu'on peut lui faire porter sans danger de rupture. Cette force est donnée pour le chêne dans la table première.

Problème.

Si l'on demandait, par exemple, quel poids pourrait supporter en son milieu une solive de 18 pieds de long sur 8 pouces d'équarrissage, on trouverait dans la colonne 8 pouces et sur la ligne 18 pieds, le poids 13,200 livres; c'est la réponse à la question.

Il est bon de faire remarquer que cette charge, placée *au milieu* des solives, équivaut à une charge *double* qui serait également répartie sur toute la longueur.

Si l'on appelle n le rapport de la force d'un autre bois que le chêne à celle du chêne (rapport donné par la table 2), on aura

$n\,F$ = la charge sous laquelle il romprait.

$\frac{n\,F}{10}$ = celle que la pièce peut supporter en son milieu sans danger de rupture.

$\frac{n\,F}{5}$ = celle qu'elle pourrait supporter, pourvu que cette charge fût uniformément répartie sur toute la longueur.

Problème.

Faisons l'application de cette formule au problème précédent, la solive étant de sapin.

Nous avons trouvé pour F de chêne, dans la première table, 13,200.

La seconde table donne $n = \frac{918}{1000}$

D'où l'effort sous lequel elle romprait ou n F = 12,117 livres
Et la charge qu'elle peut porter sans danger en son milieu 1,211 livres
Et pour celle uniformément répartie sur sa longueur, sans danger de rupture, 2,442 livres

DE LA FORCE VERTICALE.

Les bois debout diminuent de force lorsqu'ils commencent à plier. La force moyenne du chêne, qui est de 44 livres par ligne carrée sur un cube, se réduit à

$\frac{1}{6}$ pour (la base étant 1) une hauteur. 12
$\frac{1}{8}$ pour. 24
$\frac{1}{7}$ pour. 36
$\frac{1}{6}$ pour. 48
$\frac{1}{12}$ pour. 60
$\frac{1}{14}$ pour. 72

Nous devons ajouter que la force verticale chêne donnée dans la table 2, qu'on trouve être est pour 18 lignes en superficie.

Cela posé, pour avoir la force verticale poteau, par exemple, dont on connaît la b hauteur, on cherchera le rapport du côté de à sa hauteur, et l'on trouvera dans la pe qui précède la fraction correspondant à la ticale, fraction que nous appelons r, et pour le chêne, B étant le nombre de lig de la base,

$$F = r \times \frac{B \times 807}{18} = \text{la plus}$$

qu'il puisse porter avant de se rom

Problème.

On laisse tomber un corps pesant dans un précipice; il ne parvient au fond qu'au bout de 7^{11} : on demande la profondeur du précipice.

$e = \frac{1}{2} g t^2$ donne $e = 4.904 \times 49 = 240^{m}.3$.

C'est la profondeur demandée.

Problème.

De quelle hauteur faut-il qu'un corps tombe pour acquérir une vitesse de 400^{m} par seconde ?

$$e = \frac{v^2}{2g} = \frac{(400)^2}{19.618} = \frac{160000}{19.618} = 8156 \text{ mètres.}$$

Dans les questions où une bien grande exactitude n'est point nécessaire, on fait la gravité=10 au lieu de 9.81 : alors *la vitesse acquise est en mètres* dix fois le nombre de secondes.

On pourra s'exercer sur quelques problèmes du même genre au moyen de la table suivante :

TABLE *de la Chute des Corps dans le vide.*

TEMPS en secondes.	ESPACES PARCOURUS		VITESSES ACQUIS	
	en mètres.	en pieds.	en mètres.	en pieds.
$\frac{1}{2}$	1.226	3.78	4.904	15.1
1	4.904	15.10	9.809	30.2
$1\frac{1}{2}$	11.035	33.97	14.713	45.3
2	19.618	60.39	19.618	60.4
$2\frac{1}{2}$	30.662	94.36	24.522	75.5
3	44.140	135.88	29.426	90.6
$3\frac{1}{2}$	60.079	184.94	34.331	105.7
4	78.470	241.57	39.235	120.8
$4\frac{1}{2}$	99.314	305.73	44.140	135.9
5	122.610	377.45	49.044	151.0
$5\frac{1}{2}$	148.358	456.71	53.948	166.1
		toises. pieds.		pieds.
6	176.558	90—3.5	58.853	181.2
$6\frac{1}{2}$	207.211	106—1.9	63.767	196.3
7	240.316	123—1.8	68.662	211.4
$7\frac{1}{2}$	275.873	141—3.3	73.566	226.5
8	313.882	161—0 3	78.470	241.6

Problème.

Si l'on demandait quel temps emploîrait un cor
pesant à tomber du sommet du Panthéon, élevé
$78^{m}.464$ au-dessus du pavé, on chercherait dans
table le nombre qui approche le plus de 78.464 : c'e
78.470. Le temps correspondant est $4''$. C'est la r
ponse à la question.

Les cosinus se prennent dans le cercle dont le rayon est 1.

Nous devons prévenir que les résultats donnés par ces formules diffèrent un peu de ceux donnés par l'expérience. Nous allons y joindre celles que M. Navier a données dans le *Traité des Ponts* de Gauthey, en ajoutant qu'elles diffèrent aussi des résultats de Buffon.

Soit c, la distance entre les appuis en mètres,

b, l'épaisseur verticale en mètres,

a, l'épaisseur horizontale en mètres,

Q kilogrammes le poids qui peut faire fléchir une pièce verticale,

P kilogrammes celui dont on peut charger une pièce horizontale, on a pour le chêne

$$Q = (20336845 + 21017476.\ b.\ c.)\ \frac{a\,b^2}{c^2}$$

il suffira donc, pour les pièces verticales, de rester au-dessous de cette limite ; puis

$$P\ (158250 + 163546.\ b.\ c.)\ \frac{a\,b}{c}$$

f étant la longueur en mètres de la flèche de courbure que peut prendre une pièce sous l'effort d'un poids qui la charge sans danger de rupture.

$$F = 0.0004\ \frac{c^2}{b}$$

Problème.

On demande de calculer d'après ces formules quel poids pourra supporter en son milieu une pièce horizontale de 5m,846 de longueur sur 0,1353 d'équarrissage, on a $a = b = 0.1353$ et $c = 5.846$.

du problème précédent après les 4 secondes d'ascension, on obtiendrait

$$v = a - gt = 44 - 9.81 \times 4 = 44 - 3924 = 4^{m}.76.$$

L'élévation à laquelle il parviendrait est donnée par

$$e = \frac{a^2}{2g} = \frac{(44)^2}{19.61} = \frac{1936}{19.61} = 99^{m}. + \ldots.$$

DU MOUVEMENT SUR LES PLANS INCLINÉS.

Lorsqu'un point matériel est abandonné sur un plan incliné à l'action de la pesanteur, la force accélératrice à laquelle il est soumis est

$$\frac{h}{l} = \sin.\ i,$$

h étant la hauteur du plan, l sa longueur, et i l'angle qu'il fait avec l'horizon. L'on a en outre

$$1 \ldots e = \tfrac{1}{2} g t^2 \sin.\ i = \frac{v^2}{2g \sin.\ i} = \tfrac{1}{2} t v$$

$$2 \ldots v = g t \sin.\ i = \sqrt{(2 g e \sin.\ i)} = \frac{2e}{t}$$

$$3 \ldots t = \sqrt{\frac{2e}{g \sin.\ i}} = \frac{2e}{v}$$

et si a est la vitesse avec laquelle ce corps est projeté sur le plan de bas en haut ou de haut en bas

$$4 \ldots v = a \mp g t \sin.\ i$$

$$5 \ldots e = a t \pm \tfrac{1}{2} g t \sin.\ i = \frac{a^2 - v^2}{2g \sin.\ i}.$$

En faisant $v = o$ dans les équations 4 et 5, la première donnera le temps auquel le corps cessera de monter, et la seconde l'espace qu'il aura parcouru.

Problème.

Un corps est projeté de bas en haut sur un plan incliné dont la hauteur est 12 pieds et la longueur 193 pieds avec une vitesse de 20 pieds par seconde, à quelle distance s'élèvera-t-il sur le plan?

$$e = \frac{a^2 - v^2}{2g \sin. i} = \frac{a^2 - v^2}{2g \times \frac{h}{l}} \text{ devient } \frac{400 - o}{60.4 \times \frac{12}{193}}$$

$$= \frac{400}{\frac{724.8}{193}} = \frac{772000}{7240} = 106.8$$

Problème.

Étant donné un plan incliné de 30 degrés, on demande quel chemin aura parcouru, au bout de 8 secondes, une sphère qu'on laisse rouler sur la longueur de ce plan.

$$e = \frac{1}{2} g t^2 \sin. i \text{ devient} = 15.1 \times 8^2 \times \sin. 30^\circ$$
$$= 966.4 \times 05 = 483 \text{ pieds } .2$$

Problème.

Combien de temps emploîrait cette sphère à parcourir, sur le même plan, un espace de 879 pieds?

$$t = \sqrt{\frac{2e}{g \sin. i}} \text{ devient } = \sqrt{\frac{879}{7.55}}$$
$$= \sqrt{(116.4)} = 10'' .7$$

Problème.

On *demande le temps* qu'emploîrait un même

corps à descendre successivement le long des cordes d'un cercle vertical, qui partiraient toutes de l'extrémité supérieure d'un diamètre vertical aussi.

Comparons entre elles deux cordes quelconques, AB, AC. (*Fig.* 6.)

L'équation 1 donne pour AC :

$$\text{AC ou } e' = \tfrac{1}{2} g t'^2 \sin. i', \text{ et pour AB,}$$
$$\text{AB ou } e = \tfrac{1}{2} g t^2 \sin. i ;$$

mais $AB = AD \sin. i$, et $AC = AD \sin. i'$. Substituant ces valeurs dans nos équations, on obtient

$$\left.\begin{array}{l} AD \sin. i' = \tfrac{1}{2} g t'^2 \sin. i' \\ AD \sin. i = \tfrac{1}{2} g t^2 \sin. i \end{array}\right. \text{ ou } \left\{\begin{array}{l} AD = \tfrac{1}{2} g t'^2 \\ AD = \tfrac{1}{2} g t^2 \end{array}\right.$$

$$\text{ou enfin } \left\{\begin{array}{l} t'^2 = \dfrac{AD}{\frac{1}{2} g} \\ t^2 = \dfrac{AD}{\frac{1}{2} g} \end{array}\right.$$

Par conséquent $t'^2 = t^2$, d'où $t' = t$.

Or, ce raisonnement est applicable à toutes les cordes qui partent du point A ; on en conclut que *toutes ces cordes, ainsi que le diamètre vertical, sont parcourus dans un même temps.*

Problème.

On demande le rapport des temps employés par deux corps pesans à parcourir les longueurs de deux plans inclinés. Mettant l l' dans l'équation 1, et $\frac{h}{l}$ $\frac{h'}{l'}$ pour sin. i, on a

$$l = \tfrac{1}{2} g t^2 \times \frac{h}{l} \quad l' = \tfrac{1}{2} g t'^2 \times \frac{h'}{l'}, \text{ d'où}$$

$$t^2 = \frac{l^2}{\frac{1}{2} g h} \quad \text{et } t'^2 = \frac{l'^2}{\frac{1}{2} g h'}, \text{ d'où}$$

$$t = \frac{l}{\sqrt{\frac{1}{2} g h}} \qquad t' = \frac{l'}{\sqrt{\frac{1}{2} g h'}}, \text{ d'où enfin}$$

$$\frac{t}{t'} = \frac{\frac{l}{\sqrt{h}}}{\frac{l'}{\sqrt{h'}}}$$

c'est-à-dire que *ces temps sont entre eux comme les longueurs des plans divisées par les racines carrées de leurs hauteurs.*

Problème.

En supposant qu'on laisse tomber au même instant deux sphères égales de l'angle supérieur d'un plan incliné de 36 pieds de hauteur et 48 pieds de base, on demande quel chemin parcourra l'un de ces mobiles sur la longueur, tandis que l'autre tombera verticalement de sa hauteur.

Le temps que l'un des mobiles mettra à tomber verticalement étant $t = \sqrt{\frac{2e}{g}}$, il faut substituer cette valeur dans l'équation 1.

Elle devient, en appelant e' l'espace parcouru sur le plan incliné,

$$e' = \frac{g}{2} \times \frac{2e}{g} \times \frac{h}{l} = \frac{e^2}{l}, \text{ parce qu'ici } e = h;$$

et comme

$$l = \sqrt{b^2 + h^2}; \; e' = \frac{e^2}{\sqrt{b^2 + e^2}} = \frac{(36)^2}{\sqrt{(48)^2 + (36)^2}}$$

$$= \frac{1295}{\sqrt{3600}} = \frac{1296}{60} = 21 \text{ po.} 6.$$

La formule $e' = \frac{e^2}{\sqrt{b^2+e^2}}$ pourra servir à résoudre tous les cas semblables.

Problème.

On a laissé tomber deux boules semblables de l'angle supérieur d'un autre plan incliné; on sait que l'un de ces mobiles a tardé deux secondes pour tomber verticalement de la hauteur du plan, et que pendant ce même temps l'autre a parcouru sur la longueur du plan un espace de 24 pieds.

Quelle était la longueur du plan?

$e = \frac{\frac{1}{2} g t^2 h}{l}$ donne, en se rappelant que $h = \frac{1}{2} g t^2$

$e = \frac{\frac{1}{4} g^2 t^4 l}{l}$, d'où $l = \frac{\frac{1}{4} g^2 t^4}{e} = \frac{16 \times 228}{24}$

$= \frac{2 \times 228}{3} = \frac{456}{3} = 152$ pieds.

Problème.

Un point étant donné et une ligne qui n'est pas horizontale, on demande à trouver la position du plan incliné, par lequel un mobile, partant du point donné et roulant le long du plan, parviendra à cette ligne dans le moindre temps.

Soit A (*fig.* 7) le point donné, et BC la droite; menez du point A la verticale AD, et la perpendiculaire AE à la ligne donnée; du point D, où la verticale rencontre cette même ligne, menez DG parallèle à AE et égale à AD; enfin, tirez AG qui coupera RC en F, la ligne AF sera la position du plan par lequel un mobile arrivera à la ligne BC dans un temps moindre que par tout autre plan incliné.

En effet, tirez FH parallèle à AE ou DG jusqu'à sa rencontre en H, avec la verticale AD, les triangles semblables donnent

$$AD : DG :: AH : HF,$$

et puisque $DG = AD$, $HA = HF$, qui est d'ailleurs perpendiculaire à BG ; donc le cercle décrit du point H comme centre et d'un rayon égal à AH, passera par F, et touchera la droite BC. Or, puisque toutes les cordes d'un cercle sont parcourues dans le même temps que le diamètre vertical, le temps employé à tomber le long de AI est égal à celui qui est employé à tomber le long de AF ; conséquemment celui qu'il faudra pour rouler le long de AD ou AE, sera plus long que celui qu'il faudra pour rouler le long de AF.

Le même raisonnement s'appliquant à toutes les autres lignes qu'on pourrait tirer de A à la ligne BC, il s'ensuit que AF est le chemin par lequel le mobile arrivera dans le moindre temps à la droite BC.

Si BC était verticale, alors AE et DG seraient horizontales ; enfin, AD et DG deviendraient égales et infinies, ce qui donnerait l'angle $FAD = 45°$, d'où il résulte que le plan incliné qui conduirait à la verticale dans le moindre temps est celui de $45°$.

L'on a fait abstraction, dans tous ces problèmes, du frottement et de la résistance de l'air.

BALISTIQUE.

Problème.

Connaissant la vitesse initiale V d'un globe, trouver ce que la résistance de l'air lui fait perdre après qu'il a parcouru un espace donné x, où sa vitesse restante u.

a est le diamètre du projectile, D sa densité; celle de l'air étant prise pour unité, on a

$$\log. u = \log. V - \frac{9x}{20\ D\ a}$$

faisant $c = \frac{20\ D\ a}{9}$, et appelant m un nombre dont le logarithme est

$\frac{x}{c} \times 0{,}434294\,48$ (*voyez* la table), on a pour la vitesse restante

$$\log. u = \log. V - \log. m.$$

Problème.

Connaissant la vitesse qu'un globe conserve après avoir parcouru un espace donné, trouver la vitesse qu'il avait au commencement de cet espace, ou sa vitesse initiale; ce problème est l'inverse du précédent; l'on a donc

$$\log. V = \log. m + \log. u.$$

Problème.

Connaissant la vitesse initiale V d'un globe, trouver le temps t qu'il met à parcourir un espace donné x

on a $\quad t = \frac{c}{V}\ (m - 1)$

Problème.

Connaissant le temps qu'un globe met à parcourir un espace donné, trouver sa vitesse initiale; ce problème est l'inverse du précédent, on a donc

$$t = \frac{c}{V}\ (m - 1)$$

Problème.

Connaissant la vitesse initiale V d'un globe, le temps de son mouvement t, trouver l'espace parcouru x pendant ce temps.

$$m = \frac{V\,t}{c} + 1$$

La table suivante est destinée à faciliter le calcul des problèmes précédens. Il faut se rappeler que m est un nombre dont le logarithme est

$$\frac{x}{c} \times 0{,}43429448$$

BOULETS DE	DIAMÈTRES en pieds.	DENSITÉS.	LOGARITHMES de $\frac{20\,D\,a}{9} = c$	LOGARITHMES (1) de $\frac{1}{c} \times 0.43429448$
36	0.52141		3.8486626	5.7891217
24	0.45370		3.7882520	5.8495323
18	0.41222		3.7466146	5.8911697
16	0.39699	6091.1	3.7302628	5.9075215
12	0 36053		3.6884246	5.9493597
8	0.31539		3.6303311	6.0074532
6	0.28588		3.5876670	6.0501173
4	0.25000		3.5294232	6.1083611
Balles	0.05092	9755.1	3.0429601	6.5948242

Applications.

Un boulet de 24 est chassé avec une vitesse initiale de 1200 pieds : on demande la vitesse qui lui reste après avoir parcouru 900 pieds.

(1) *On a ajouté 10 aux caractéristiques de ces logarithmes.*

$\log. \frac{1}{c} + 0.434 \ldots\ldots$ 5.8495323

$\log. (x - 900). \ldots$ 2.9542425

$\log. \frac{x}{c} \times 0.4342 \ldots.$ 8.8037748

dont le nombre 0.0636465 doit se retrancher de
$\log. (V = 1200.)$ 3.0791812

il reste $\log u. \ldots$ 3,0155347 qui répond à 1036.4 : donc, au bout de 900 pieds, la vitesse du boulet n'est plus que d'environ 1036 pieds.

Problème.

Un boulet de 24, arrivé à un but éloigné de 900, a besoin d'une vitesse de 1036 pieds pour produire son effet ; on demande la vitesse initiale nécessaire. Notre formule donne pour ce cas, qui est l'inverse du précédent :

$m. \ldots\ldots\ldots$ 0.0636465
$\log. u \ldots\ldots\ldots$ 3.0153598

$\log. V$ 3.0790063, qui répond à 1199.52, ou à très-peu près 1200 pieds.

Problème.

Le même boulet est chassé avec la même vitesse initiale : on demande le temps qu'il met à parcourir un espace de 900 pieds.

On a $\log. m$ 0.0636465
$m = 1.157835$

donc $m - 1 = 0.157835$

$\log. (m\ 1)$ 9.1982034
$\log. c$ 3.7882520
complément $\log. V$ 6.9208188

$\log. t$ 9.9072742

d'où $t = 0'',808$, *ou environ* $\frac{1}{10}$ *de seconde.*

Problème.

On demande la vitesse initiale d'un boulet de 16, sachant qu'il a parcouru 1290 pieds en 1″ 25.

On fera l'opération suivante :

pour le boulet de 16, log. $\frac{1}{c} \times 0.434$ 5.9075215

log. (x=1290). 3.1105897

log. $\frac{x}{c} \times 0.434$ 9.0181112

d'où log. m 0.1042584

d'où m = 1.27133

et $m-1$ = 0.27133

log. ($m-1$) 9.4334978

log. c 3.7302628

complément log. (t=1″.25) 9.9030900

log. V 3.0668506 d'où V =1166.4; telle est la vitesse initiale cherchée.

Problème.

On demande l'espace parcouru en trois quarts de seconde par un boulet de 16 chassé avec une vitesse initiale de 1200 pieds par seconde.

log. (V=1200) 3.0791812

log. (t=0.75) 9.8750613

complément log. c 6.2697872

log. $\frac{V\,t}{c}$ 9.2239797 dont le nombre

$\frac{V\,t}{c}$ est 0.167487

donc $m = \frac{V\,t}{c} + 1$ 1.167487

$\log. m = \frac{x}{c} \times 0.434$ 0.0672521

$\log. \frac{x}{c} \times 0.434 \ldots$ 8.8277058

$\log.\ c$ 3.7302628

compl^{t}. $\log.\ 0.434$ 0.3622157

$\log. x$ 2.9201843 d'où $x = 832$ pieds.

Toutes ces formules peuvent servir utilement à déterminer les circonstances du tir de but en blanc, c'est-à-dire celui qui s'exécute en dirigeant la ligne de mire sur l'objet qu'on veut atteindre.

La ligne de mire naturelle est le rayon visuel qui rase la partie supérieure de la plate-bande de culasse, et le point le plus élevé du bourrelet.

La ligne de mire artificielle est celle qui passe par la visière de la hausse, et le point le plus élevé du renflement de la volée. On appelle hausse une targette mobile dans une coulisse pratiquée derrière la culasse, et qui peut être fixée à une certaine hauteur au moyen d'une vis de pression. A la partie supérieure est une entaille qui sert de visière.

Si par la pensée on prolonge l'axe de la pièce et la ligne de mire, on conçoit que ces lignes se rencontreront à une distance déterminée par les dimensions de la pièce. L'angle qu'elles forment se nomme *angle de mire*: nous le désignerons par I, et si nous appelons l la longueur de l'axe de la pièce, r et R étant les demi-diamètres à la volée et à la culasse, et H la hausse, on obtiendra I par

$$\text{tang. I} = \frac{H + R - r}{l} \text{ ou } \frac{R - r}{l} \text{ si } H = o$$

c'est-à-dire si l'on ne fait point usage de la hausse, $\frac{R + r}{l}$ = tang I est alors ce qu'on appelle *l'angle de mire naturel* de la pièce.

On appelle *angle de projection* celui formé par l'horizontale avec l'axe de la pièce ; l'on aura, avec assez d'exactitude, la relation entre cet angle p et la hauteur de la hausse par

$$H = l \text{ tang. } p - (R - r)$$

toutes les fois que la pièce sera peu inclinée à l'horizon.

Problème.

On veut atteindre de but en blanc un but éloigné de 2160 pieds avec une pièce de 24, et sous l'angle de mire naturel de cette pièce, qui est de 1° 15′ 6″, on demande la vitesse initiale avec laquelle le boulet doit être chassé.

Tous les cas semblables sont résolus par

$$V = \sqrt{\frac{15.1}{\text{tang. } I}\left(\frac{x^2}{c} + x\right)}$$

Pour l'exemple dont il s'agit :

log. x^2 . . . 6.6689076
compl^t log. c . . . 6.2117480

log. $\frac{x^2}{c}$ 2.8806550 donc $\frac{x^2}{c}$ = 759.72

x = 2160. »

$\left(\frac{x^2}{c} + x\right)$ = 2919.72 qui

a pour logarithme. 3.4653412
log 15 1 . . . . . 1.1789769
compl^t. log. tang. I. 1.6605648

6.3048829
log. V = 3.1524414 d'où V = 1420. 5.

Le boulet de 24 doit donc avoir une vitesse initiale de *1420 pieds* par seconde.

Problème.

Sous quel angle de mire faut-il tirer une pièce de 16 placée à 1932 pieds d'un but que l'on veut frapper de but en blanc, le boulet ayant une vitesse initiale de 1412 pieds par seconde?

On se servira pour tous les cas semblables de

$$\text{tang. I} = \frac{15.1}{V^2}\left(\frac{x^2}{c} + x\right)$$

Ici $\log. x^2$ 6.5720142
compl^t. $\log. c$. 6.2697372

$\log. \frac{x^2}{c}$ 2.8417514 d'où $\frac{x^2}{c} = 694.63$

$x = 1932$

$\frac{x^2}{c} + x = 2626.63$ qui

a pour log. . . 3.4193988
log. 15.1 . . . 1.1.89769
compl^t. log. V^2 3.7003306

log. tang. I. . 8.2987063 donc angle de mire est 1° 8′ 20 .

Problème.

Connaissant les dimensions de la pièce, quelle hauteur faut-il donner à la hausse pour obtenir cet angle de mire?

Reprenons pour cela la formule donnée plus haut.

$$\text{tang. I} = \frac{H + R - r}{l}$$

d'où l'on tire $H = l \text{ tang } I - (R - r)$.

Pour les pièces de 16, on a $R =$ 7pouces.90, et $r = 5.65$, d'où $(R - r) = 2.25$ $l =$ 113pouces.18;

or, log. l 2.0537697
log. tang. I. . . 8.2987063
log. l tang. I. . 0.3524760 dont
le nombre est 2. 25, il faut en retrancher (R—r)
qui est aussi 2. 25

donc H = 0 c'est-à-dire qu'il ne faut point employer la hausse ; en effet, 1° 8' 20'' est l'angle de mire de la pièce de 16.

Problème.

On demande la portée du but en blanc naturel d'une pièce de 24, la vitesse initiale du boulet étant de 1240 pieds par seconde, et l'angle de mire naturel 1° 15' 6''. On se sert pour le calcul de tous les cas semblables de

$$x = c\left[\sqrt{\left(\frac{V^2 \text{ tang. I}}{(15.1)\times c} + \frac{1}{4}\right)} - \frac{1}{2}\right]$$

Ici log. V^2. . . . 6.3045766
log. tang. I . 8.3394352
compl. log. 15. 1 . . 8.8210231
compl. log. c. 6.2117480

$\log. \frac{V^2 \text{ tang. I}}{15.1\times c}$ 9.6767829 dont le nombre est. 0.475097

on ajoute $\frac{1}{4}$ ou 0.25

0.725097 dont le logarithme est 9.8603961 ; prenant la moitié

on a $\log. \sqrt{\left(\frac{V^2 \text{ tang. I}}{15.1\times c} + \frac{1}{4}\right)} = 9.9301980$ dont

le nombre est 0.85152

on ôte $\frac{1}{2}$ ou 0.5

reste. . . . . 0.35152 dont le log. est 9.5459500
log. c. . . . 3.7882520

log. x . . . 3.3342020

d'où x=2158. 8. Telle est la portée du but en blanc.

Pour compléter ces notions de balistique, il faut savoir comment on parvient à mesurer la vitesse initiale des projectiles.

Problème.

Mesurer la vitesse initiale des projectiles.

On forme à cet effet une espèce de pendule qu'on appelle *pendule balistique*, et qui se compose d'une grande masse de bois ou de métal suspendue par une barre de fer. La suspension de ce pendule pesant est ajustée pour qu'il oscille avec aussi peu de frottement qu'il est possible. On tire contre cette masse; le projectile y pénètre à une certaine profondeur, et partage avec elle tout le mouvement qui l'anime. La masse est poussée d'une certaine quantité, d'après laquelle on juge de la vitesse qu'elle a reçue. (*Voyez* Pendule, Choc des corps.)

D'après les expériences de Hutton, dont on doit une excellente traduction à l'auteur du *Manuel d'Algèbre* de notre collection, M. Terquem, c étant le poids de la charge de poudre, b celui du boulet, on a pour la vitesse initiale en pieds

$$V = 1501.3\sqrt{\frac{2c}{b}}$$

DU PENDULE.

On appelle pendule tout corps suspendu à un point fixe, autour duquel il peut tourner; le pendule *serait simple s'il se composait* d'un fil inextensible et

sans pesanteur, à l'extrémité duquel on imaginerait *une seule* molécule de matière pesante. Ce pendule idéal est facile à concevoir, mais impossible à construire ; tout pendule qui n'est point simple ou semblable au précédent, s'appelle pendule composé. Les propriétés fondamentales du pendule sont, 1°. de marquer la direction de la pesanteur ; 2°. de faire des oscillations planes et sensiblement isochrones, quand on l'écarte de cette direction et qu'on l'abandonne à lui-même sans lui donner aucune impulsion.

Soit l la longueur du pendule simple, g la gravité en un lieu donné, t la durée d'une oscillation en secondes sexagésimales, π le rapport 3.14159.. du diamètre à la circonférence, on a pour de très-petits arcs

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{d'où } g = \frac{\pi^2 l}{t^2}$$

Si l' est la longueur d'un autre pendule situé en un lieu où la gravité soit g' et le temps d'une oscillation t', on a entre ces deux pendules la relation

$$t : t' :: \sqrt{\frac{l}{g}} : \sqrt{\frac{l'}{g'}}$$

Si la gravité est la même, c'est-à-dire pour le même lieu, ce rapport devient

$$\frac{t}{t'} = \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{l'}}$$

n et n' étant les nombres d'oscillations faites dans la même durée, on a

$$t : t' :: n' : n \text{ et } n' : n :: \sqrt{l} : \sqrt{l'}.$$

Si un même pendule est placé dans deux lieux *différens, dont la gravité soit g g'*, on a

$$t : t' :: \sqrt{\frac{1}{g}} \cdot \sqrt{\frac{1}{g'}} :: g' : g.$$

Enfin, si les oscillations de deux pendules sont égales dans les lieux g g'

$$g : g' :: l : l'$$

Si les arcs ne sont pas infiniment petits, et que v désigne le sinus verse de l'angle d'une demi-oscillation, la relation suivante remplace la première formule

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{8} v + \frac{9}{256} v^2 + \dots \right)$$

On peut négliger le troisième terme de la série lorsque l'amplitude de la demi-oscillation n'excède pas 4 à 5 degrés.

On déduit de la formule précédente que si le temps d'une oscillation dans un arc infiniment petit est de 1″, l'accroissement de temps pour

un demi-arc	de 30° sera de. . .	0.01675
	de 15°.	0.00426
	de 10°.	0.00190
	de 5°.	0.00012
	de 2° ½	0.00003

de sorte que pour des oscillations de 2 ½ de chaque côté de la verticale, l'augmentation ne donnerait pas plus de 9″ en un jour.

A Paris, dans le vide, l ou la longueur du pendule simple qui bat la seconde sexagésimale de temps moyen à l'Observatoire, c'est-à-dire, 70 mètres au-dessus du niveau des mers, est

			logarithmes correspondans
$l =$	0.9938267	mètres	$\log = \bar{1}.9973106$
	3.059439	pieds.	0.4856419. . .
	36.71327	pouces.	. . . 1.5648232. . .
	440.5593	lignes.	2.6440044

N étant le nombre d'oscillations que fait dans le vide à Paris, et en une *heure* de temps moyen, un pendule, dont la longueur en mètres est l, on a

$$\log.\ l + 2\ \log.\ N = 7.1099156.$$

La gravité diminue lorsqu'on s'élève sur les montagnes, parce qu'on s'éloigne du centre d'attraction. Soient donc R le rayon terrestre en un lieu proposé, h la hauteur d'une sommité au-dessus du niveau de la mer (R et h sont rapportés à la même unité), g la gravité, l la longueur du pendule à secondes à ce même niveau, g' et l' les mêmes choses au sommet, on a

$$g = g'\left(1 + \frac{2h}{R}\right) = g' + \frac{2g'h}{R} \text{ et } g' = g - \frac{2gh}{R}$$

$$l = l'\left(1 + \frac{2h}{R}\right) = l' + \frac{2l'h}{R} \text{ et } l' = l - \frac{2lh}{R}$$

La longueur du pendule varie enfin avec la latitude (1). Si A désigne l'aplatissement de la terre, ou la différence des deux axes, celui de l'équateur étant pris pour l'unité, L la longueur du pendule à l'équateur, D l'excès de la longueur du pendule au pôle sur sa longueur à l'équateur, on a

$$A = 0.00865 - \frac{D}{L}$$

(1) M. Biot, dans un Mémoire lu tout récemment à l'Académie des Sciences, a démontré que la pesanteur, et par conséquent la longueur du pendule, n'était point la même sur tous les point d'un même parallèle, que même elle pouvait varier avec le temps pour un même lieu. Les Anglais, qui ont pris pour base de leur système métrique la longueur du pendule, n'ont donc point atteint le but qu'ils se proposaient, cette base n'étant point invariable.

ou λ étant la latitude d'un lieu quelconque et l la longueur du pendule à cette latitude

$$l = L + D \sin.^2 \lambda$$

Cette longueur l, calculée par l'ensemble de toutes les observations de MM. Biot, Bouvard, Mathieu, Arago, Chaix, Kater, Freycinet, Sabine et Duperrey, combinés par la méthode des moindres carrés, donne

$$l = 0.99102557 + 0.00507188 \sin.^2 \lambda$$

Il ne nous reste plus, pour compléter ce que nous avons à dire du pendule, qu'à donner le rapport entre le pendule simple et le pendule composé. Or, l étant la longueur du pendule simple correspondant à un pendule composé, d la distance du centre de gravité du pendule composé au centre de suspension, m le moment d'inertie de la masse de ce pendule composé rapporté à un axe parallèle à l'axe de suspension, et passant par le centre de gravité, divisé par la masse totale (1), on a

$$l = \frac{d^2 + m^2}{d}$$

Problème.

Connaissant la longueur du pendule simple à secondes à Paris, on demande combien de temps emploîra un pendule d'un pied de longueur à faire ses vibrations ?

---

(1) On appelle moment d'inertie la somme des produits des masses des molécules d'un corps par les carrés de leur distance *à l'axe (qui est ici* parallèle à l'axe de suspension).

$$\frac{t}{t'} = \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{l'}} \text{ devient } \frac{1}{t'}$$

$$= \frac{\sqrt{3.059439}}{\sqrt{1}} = \frac{\sqrt{3.059439}}{1}$$

$$\text{d'où } t' = \frac{1}{\sqrt{3.059439}} = \frac{1000}{1749} = 0''.57$$

Problème.

Quelle devrait être la longueur du pendule à Paris pour qu'il ne fît qu'une seule oscillation en 3 secondes ?

De la même formule $\frac{t'}{t} = \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{l'}}$ qui revient à $\frac{t^2}{t'^2} = \frac{l}{l'}$

on tire $\frac{1}{9} = \frac{3.059}{l'}$ d'où $l' = 9 \times 3.059 = 27^{\text{pieds}}.531.$

Problème.

Quelle devrait être cette longueur pour que le pendule n'exécutât qu'une seule vibration par jour ?

$$\text{de } \frac{n'^2}{n^2} = \frac{l}{l'} \text{ on tire } l' = \frac{n^2 l}{n'^2}$$

$$= \frac{(86400)^2 \times 0.9938267}{1}$$

ou opérant par logarithmes, on a

$$\log. l' = 2 \log. 86400 + \log. 0.9938267$$

ce qui donne

$$\begin{array}{r} \bar{9}.8730274 \\ 1.9973107 \\ \hline 9.8703381 \end{array}$$

qui correspond à peu près à 741887500 mètres. Si on compare cette longueur au rayon terrestre qu'on peut faire en nombre rond = 6366200, on trouverait que ce pendule aurait plus de 1000 fois la longueur du rayon terrestre.

Problème.

Quelle est la longueur du pendule à secondes centésimal? C'est celui qui bat les secondes quand on divise le jour en 10 heures, l'heure en 100′, la minute en 100″.

Ce pendule doit faire 100000 oscillations en 24 heur.

$l' = \frac{ln^2}{n'^2}$ devient donc $= \frac{0.9938267 \times (86400)^2}{100000}$

ou 2 log n = ... 9.8730274
log. l = ... 1.9973107
— log. n'^2 = . . — 10

log. l' = $\overline{1}.8703381$ d'où
longueur du pendule centésimal = 0m.7418875

Problème.

On rapporte qu'étant très-jeune encore Galilée vit par hasard, dans l'église métropolitaine de Pise, les balancemens d'une lampe suspendue à la voûte, et qu'il resta très-frappé des retours périodiques de ces mouvemens, et de l'égalité de leur durée ou de leur isochronisme. Il n'en fallut pas davantage pour éveiller son génie, et cette observation d'un enfant devint la source des plus grandes découvertes. On lui attribue ce problème, dont la solution est plus curieuse qu'exacte.

Mesurer la hauteur de la voûte d'une église par les vibrations des lampes qui y sont suspendues.

Mettez la lampe en mouvement, en l'écartant fort *peu de la verticale*; avec une montre à secondes,

examinez combien une vibration dure de secondes, ou si vous n'avez point de montre à secondes, comptez le nombre n des vibrations qui se font dans un certain nombre m de minutes précises; ce qui donnera, avec d'autant plus d'exactitude, la durée de chaque vibration que ce nombre de minutes sera plus considérable; on aura pour les secondes t' de la durée de chaque oscillation

$$t' = \frac{m}{n}$$

supposons que $t = 5^{11}.5$, la formule $\frac{t^2}{t'^2} = \frac{l}{l'}$ devient

$$l' = \frac{t'^2 l}{t^2} = \frac{(5^{11}.5)^2 \times 3.059439}{1}$$

$$= 30.25 \times 3.059439 = 92^{\text{pieds}}.558...$$

On mesure directement la distance du cul-de-lampe au pavé, et on l'ajoute à ce résultat. On pourra s'exercer au calcul des autres formules au moyen du tableau suivant, qui présente le résultat comparé des observations du pendule faites jusqu'à ce jour.

La colonne marquée A indique le nombre de secondes de temps moyen, dont le pendule observé avance + ou retarde — sur le pendule calculé, dans la durée d'un jour moyen.

La colonne B exprime les élévations + ou abaissemens — du niveau de la mer auxquels on peut attribuer les discordances dans la marche des pendules observés et calculés. Ces nombres ne sont point exactement tels qu'il les faudrait pour mettre d'accord le calcul et l'observation.

(*Voyez d'autre part le tableau.*)

STATIONS.	LATITUDES.	PENDULE A LA STATION.	HAUTEUR de la STATION.
		lignes.	mètres.
Paris.	48° 50′ 45″ N.	440,5593	70
		millimètres.	
Unst.	60 45 25 N.	742,721034	9
Leith	55 58 37 »	742,408533	21
Dunkerque . .	51 02 10 »	742,07610	4
Paris.	48 50 14 »	741,90112	70
Clermont . . .	45 46 48 »	741,61059	406
Bordeaux . . .	44 50 26 »	741,60464	17
Figeac.	44 36 45 »	741,56033	223
Formentera. .	38 39 56 »	741,20549	203
		pouces anglais	
Unst.	60 45 28 N.	39,17144	9
Portsoy	57 40 59 »	39,16142	29
Leith	55 58 41 »	39,15539	21
Clifton	53 27 43 »	39,14517	103
Arbury-Hill. .	52 12 55 »	39,14057	225
Londres. . . .	51 31 08 »	39,13908	28
Stanklin. . . .	50 37 24 »	39,13552	74
Saint-Thomas.	0 24 41 N.	39,02069	6
Maranham. . .	2 31 43 S.	39,01197	23
Ascension. . .	7 55 48 »	39,02406	5
Sierra-Leone. .	8 29 28 N.	39,01954	55
Trinité	10 38 56 »	39,01879	9
Bahia	12 59 21 S.	39,02378	65
Jamaïque . . .	17 56 07 N.	39,03508	3

PENDULE SEXAGÉSIMAL EN MILLIMÈTRES.		PENDULE calculé.	A	B.
A la station.	Au niveau de la mer.			
				mètres.
993,8267	993,8493	993,90017	— 2″,30	+ 169
994,943086	994,945903	994,88706	+ 2 ,56	— 188
994,524462	994,53o700	994,5o960	+ o ,92	— 68
994,07914	994,08o39	994,09189	— o ,54	+ 37
993,84474	993,86733	993,90017	— 1 ,43	+ 105
993,45554	993,58239	993,63o55	— 2 ,09	+ 154
993,44757	993,45288	993,54740	— 4 ,11	+ 302
993,38828	993,45793	993,52721	— 3 ,01	— 222
992,91276	992,97612	993,00633	— 1 ,27	— 94
994,9366	994,9393	994,88712	+ 2 ,27	— 166
994,6821	994,6911	994,64781	+ 1 ,86	— 138
994,5289	994,5354	994,51969	+ 1 ,12	— 83
994,2694	994,3018	994,29972	+ o ,09	— 7
994,1525	994,2228	994,19348	+ 1 ,26	— 93
994,1147	994,1236	994,13360	— o ,43	+ 32
994,0243	994,0474	994,05610	— o ,37	+ 27
991,1076	991,1096	991,02583	+ 3 ,64	— 268
990,8861	990,8934	991,03544	— 6 ,18	+ 455
991,5289	991,1949	991,12211	+ 3 ,16	— 233
991,0784	991,0964	991,13615	— 1 ,73	+ 128
991,1932	991,0614	991,19876	— 5 ,98	+ 440
991,1861	*991,2064*	991,28180	— 3 ,28	+ 242
991,4731	*991,4739*	991,50653	— 1 ,42	+ 104

STATIONS.	LATITUDES.	PENDULE A LA STATION.	HAUTEUR de la STATION.
		lignes.	mètres.
Paris.	48° 50′ 14″ N.	440,5539	70
		pouces anglais	
New-York. . .	40 42 43 N.	39,10153	20
Londres. . . .	51 31 08 »	39,13908	28
Drontheim . .	63 25 54 »	39,17428	37
Hammerfest. .	70 40 05 »	39,19512	9
Groënland. . .	74 32 19 »	39,20329	9
Spitzberg . . .	79 49 58 »	39,21464	6
		rapports.	
Paris.	48 50 14 N.	1,00000000	70
Ile-Mowi . . .	20 52 07 »	0,99792769	1,5
Ile-Guam . . .	13 27 51 »	0,99759268	2,0
Ile-Rawak. . .	0 01 34 S.	0,99709528	1,5
Ile-de-France .	20 09 56 »	0,99793729	15,5
Rio-Janeiro. .	22 55 13 »	0,99783413	5
Port-Jackson. .	33 51 34 »	0,99876387	33,05
Cap de Bonne-Espérance. .	33 55 15 »	0,99871111	15,0
Iles Malouines.	51 35 18 »	1,00022130	6,0
Paris.	48 50 14 N.	1,00000000	70
Toulon	43 07 09 »	0,99953725	3
Ascension. . .	7 55 09 S.	0,99733196	5
Ile-de-France .	20 09 19 »	0,99790903	4,98
Port-Jackson .	33 51 39 »	0,99873358	6,08
Iles Malouines.	51 31 44 »	1,00028481	6

PENDULE SEXAGÉSIMAL EN MILLIMÈTRES.		PENDULE	A	B
A la station.	Au niveau de la mer.	calculé.		
993,8267	993,8493	993,90017	— 2″,30	+ 169
993,1609	993,1689	993,18334	— 0 ,63	+ 46
994,1147	995,1236	994,13360	— 0 ,43	+ 32
995,0087	995,0203	995,08284	— 2 ,72	+ 200
995,5381	995,5409	995,54163	— 0 ,03	+ 2
995,7453	994,7484	995,74483	+ 0 ,50	— 37
996,0339	996,0359	995,93941	+ 4 ,19	— 309
993,84474	993,86733	993,90017	— 1 ,43	+ 105
991,78519	991,78566	991,86918	+ 5 ,06	— 373
991,45224	991,45286	991,30053	+ 6 ,63	— 488
990,95790	990,95837	991,02557	— 2 ,92	+ 215
991,79473	991,79956	991,62832	+ 7 ,45	— 549
991,69220	991,69376	991,79484	— 4 ,39	+ 324
992,61622	992,62653	992,60001	+ 1 ,15	— 85
992,56378	992,56846	992,60504	— 1 ,59	+ 117
994,06468	994,06655	994,13959	— 3 ,17	+ 234
993,84474	993,86733	993,90017	— 1 ,43	+ 105
993,38484	993,38578	993,39514	— 0 ,40	+ 30
991,18086	991,18242	991,12185	+ 2 ,63	— 194
991,76664	991,76816	991,62773	+ 6 ,11	— 450
992,58604	992,58794	992,60012	— 0 ,53	+ 39
994,12760	994,12947	994,13446	— 0 ,22	+ 16

Le pendule, lorsqu'il est en repos, indique, comme nous l'avons dit, la direction de la pesanteur. Dans le voisinage des grandes chaînes de montagnes, on a trouvé que sa direction dévie un peu de la verticale, et s'incline vers la chaîne de montagnes; ce qui est une preuve évidente de leur force attractive sur le corps du pendule. On peut donc, au moyen du pendule, déterminer la densité de la terre.

Problème.

Déterminer la densité de la terre.

Maskelyne, astronome anglais, se servit de cet appareil au pied des monts Shehalliens, en Ecosse. Il trouva une déviation de 54″, et, pour la densité de la terre, 4.56; celle de l'eau étant prise pour unité. L'opinion de ceux qui admettent que l'intérieur de la terre est rempli d'eau est réfutée par ce résultat.

En 1824, M. Carlini s'est proposé le même problème: il observa le pendule au sommet du mont Cenis, et trouva pour sa longueur réduite, au niveau de la mer, $0^{m}.993708$. Prenant ensuite la longueur du pendule de Bordeaux, déterminée par M. Biot, et la réduisant à la latitude du mont Cenis, il trouva $0^{m}.993498$. La différence que M. Carlini attribue à l'action de la montagne, est 0millimètres.210.

Le mont Cenis forme à peu près un segment de sphère, dont la base a à peu près 11 milles géographiques, la flèche n'ayant guères que 1 mille. On peut donc calculer son volume (*voyez* la table); les substances qui le composent sont le marbre et le gypse, dont la densité moyenne est 2.66. Ces données suffisent pour calculer sa masse. Avec ces élémens, on peut comparer l'action de la montagne dont on connaît le volume et la masse à l'action de la terre, dont on ne connaît que le volume. On trouvera ainsi, pour la densité moyenne, celle de l'eau étant toujours prise pour unité, 4.39, résultat *qui diffère peu* de celui de Maskelyne.

DES FORCES CENTRALES.

Si un corps situé à une distance constante r d'un point fixe est attiré continuellement vers ce point par une force constante φ, et lancé perpendiculairement à la direction de l'attraction avec une vitesse de projection V, il décrit une circonférence de cercle autour du point fixe, et l'on a

$$\varphi = \frac{V^2}{r}.$$

Si g représente la gravité et h la hauteur de laquelle le corps devrait tomber pour acquérir la vitesse V,

$$\varphi = \frac{2gh}{r} \text{ ou } \varphi : g :: h : \tfrac{1}{2} r.$$

φ est ici ce qu'on nomme la force centrifuge. Dans la théorie des frondes, elle représenterait donc la tension qu'éprouverait le fil, abstraction faite du poids du mobile ; mais si F représente la force centrifuge du mobile et M sa masse,

$$F = \frac{MV^2}{r}.$$

Enfin si F' est la force centrifuge d'un autre mobile, circulant avec la vitesse V' dans une circonférence de rayon r', on a entre ces deux forces centrifuges la relation

$$F : F' :: \frac{V^2}{r} : \frac{V'^2}{r'}.$$

Soient t et t' les durées des révolutions

$$F : F' :: \frac{r}{t^2} : \frac{r'}{t'^2}.$$

Si les durées des révolutions sont égales

$$P : F' :: r : r'$$

et si, comme dans le mouvement des corps célestes,

$$t^2 : t'^2 :: r^3 : r'^3$$

on a

$$F : F' :: r^2 : r^2$$

Sur la terre les corps décrivent dans chaque seconde décimale un arc de $4''.1095$ de leur circonférence ; le rayon de l'équateur est de 6376522 mètres. Pendant une seconde, les corps touchent sous ce plan de $3^m.64933$: ainsi la force centrifuge est à la pesanteur, dans ce rapport, de 1 à 288.4. La première de ces forces diminue la seconde, et les corps ne tombent qu'en vertu de leur différence. Nommons donc *gravité* la pesanteur entière; la force centrifuge est à l'équateur environ le 289^{me}. de la gravité (ou 0.0253) ; si la rotation de la terre était 17 fois plus rapide, l'arc décrit dans une seconde sous l'équateur serait 17 fois plus grand; la force centrifuge serait alors $(17)^2$, ou 289 fois plus forte : elle serait donc égale à la gravité, et les corps cesseraient de peser sur la terre à l'équateur : et pour une rotation plus rapide, les corps sous ce plan monteraient dans l'atmosphère, à la manière de la fumée. (Francœur, *Mécanique*, pag. 288.)

DU CHOC DES CORPS.

Dans la théorie du choc, on divise les corps en corps durs, corps élastiques et corps mous ; les corps *durs* sont ceux dont les parties conservent constamment la même forme, et résistent puissamment aux efforts qu'on fait pour les altérer ; les corps *élastiques* ont la propriété de reprendre la forme qu'on leur a fait perdre ; enfin, les corps *mous* sont ceux dont les molécules ont peu d'adhésion entre elles, *et qui sont privés* de tout ressort.

Si x représente la vitesse commune après le choc de deux corps *durs* A, B, de masses M, m se mouvant avec des vitesses V, v, on a

$$x = \frac{MV + mv}{M + m}$$ si les corps se meuvent dans la même direction,

$$x = \frac{MV - mv}{M + m}$$ s'ils venaient au-devant de l'un de l'autre,

$$\text{et } x = \frac{MV}{M+m}$$ si le corps B était en repos lorsqu'il reçut le choc de A.

Si deux corps A, B sont parfaitement élastiques, et qu'ils se suivent, leurs vitesses U u, après le choc sont

$$U = \frac{V(M-m) + 2mv}{M+m}$$

$$u = \frac{-v(M-m) + 2MV}{M+m}$$

ou bien encore

$$U = V - \frac{2m(V-v)}{M+m}$$

$$u = v + \frac{2m(V-v)}{M+m}$$

Si les corps vont au-devant l'un de l'autre, il suffit de changer dans ces équations le signe de v, et l'on a

$$U = V - \frac{2m(V+v)}{M+m}$$

$$u = \frac{2M(V+v)}{M+m} - v$$

Si les vitesses sont égales $V=v$ donne

$$U = \frac{M-3m}{M+m} \times V$$

$$\text{et } u = \frac{3M-m}{M+} \times V$$

Chacun des corps A, B s'arrêtera, marchera en avant ou en arrière, selon qu'on aura

pour A $VM =$ ou $>$ ou $< m\ (V+2v)$

pour B $v\ m =$ ou $>$ ou $< M\ (v+2V)$.

Enfin, si B était au repos avant le choc, il faudrait faire $v=0$ dans les équations précédentes, et l'on aurait

$$U = \frac{(M-m)V}{M+m}$$

$$u = \frac{2MV}{M+m}$$

Les degrés d'élasticité des corps étant variables, on prend ordinairement le nombre 2 pour le degré des corps parfaitement élastiques, 1 pour les corps non élastiques; l'expérience détermine les valeurs intermédiaires pour les élasticités comprises dans ces limites. Appelant ces valeurs n, et U la vitesse du corps choquant, u celle du corps choqué après le choc, on a

$$U = V - n\left(\frac{V-v}{M+m}\right)m$$

$$u = v + n\left(\frac{V-v}{M+m}\right)M$$

Si le corps choqué était au repos, comme dans la

machine de Mariotte, qui sert à déterminer les degrés d'élasticité, on aurait

$$U = V - \frac{n V m}{M + m} \qquad u = \frac{n V M}{M + m}$$

$$\text{et } n = \frac{u (M + m)}{M V}$$

Problème.

Deux corps parfaitement élastiques se suivent ou marchent dans le même sens. Le corps A pèse 12 kil., et se meut avec une vitesse de 14 mètres; le corps B pèse 3 kil., et se meut avec une vitesse de 8 mètres. On demande leur vitesse après le choc.

La vitesse du corps choquant A

$$= V - \frac{2 m (V - v)}{M + m} \text{ devient}$$

$$= 14 - \frac{6 (14 - 8)}{15} = 11^{m}.6;$$

celle du corps choqué B

$$= v + \frac{2 M (V - v)}{M + m} = 8 + \frac{24 (14 - 8)}{15} = 17^{m}.6.$$

Problème.

Si ces deux mêmes corps allaient au-devant l'un de l'autre, les données restant d'ailleurs les mêmes, on aurait après le choc :
Vitesse de A

$$= V - \frac{2 m (V + v)}{M + m} = 14 - \frac{6 (14 + 8)}{15} = 5^{m}.2.$$

Vitesse de B.

$$= \frac{2\,M\,(V+v)}{M+m} - v = \frac{24 \times (14+8)}{15} - 8$$

$$= 27^{m}.2$$

Problème.

Étant donnés deux corps sphériques sans élasticité sensible, le premier pesant 1 livre et possédant une vitesse 2 ; le second pesant ½ livre, mais doué d'une vitesse 3. Ces corps se meuvent dans la même direction. On demande la vitesse commune après le choc.

$$x = \frac{MV + mv}{M+m} \text{ donne } \frac{1 \times 2 + 0.5 \times 3}{1 + 0.5}$$

$$= \frac{2+1.5}{1.5} = \frac{35}{15} = 2\,\frac{1}{3}.$$

Problème.

Une balle de 4 onces frappe une autre balle de la même substance, pesant 3 onces, avec une vitesse 10, et lui communique une vitesse de 8 ¼. Quelle est, dans ce cas, la valeur de l'élasticité ?

$$n - \frac{u\,(M+m)}{MV} \text{ devient} = \frac{8\,\frac{1}{4} \times 7}{4 \times 10} = \frac{57\,\frac{1}{4}}{40}$$

$$= 1.443\,75$$

l'élasticité parfaite étant 2.

Problème.

Deux globes parfaitement élastiques se choquent en sens contraire. On sait que la somme de leurs *vitesses, avant le* choc, était 22, et leur différence 4.

La masse du premier est 7, et sa vitesse, après la percussion, $9\frac{1}{7}$. On demande quelles étaient la masse du second et sa vitesse après le choc.

Ce problème peut avoir plus d'une solution, la plus simple donne,

pour la masse 5, et pour la vitesse $8\frac{1}{7}$.

Problème.

Deux autres globes, d'un ressort parfait, se choquent en se mouvant dans le même sens. On sait que la somme de leurs masses était 15, et leur différence 5; que la vitesse du corps choquant, après la collision, est $\frac{1}{7}$, et celle du corps choqué $8\frac{1}{7}$; on demande les vitesses avant le choc.

La solution la plus simple donne $V = 8$, $v = 6$.

Problème.

Soit proposée une série de huit corps sphériques parfaitement élastiques, dont les masses décroissent selon la progression 54 : 18 : 6 : 2 : 1 ..... dont la raison est 3. Le premier corps 54 choque les autres, disposés en file contiguë, avec une vitesse $17\frac{1}{729}$. On demande l'expression de la vitesse que recevra le dernier corps.

Réponse, 559872.

Problème.

Une autre série de globes parfaitement élastiques se choquent d'une manière semblable. On sait que la masse de chaque corps était la moitié de celle du précédent, que la vitesse initiale du corps choquant était 1, et la vitesse acquise du dernier, après la percussion, $3\frac{1}{64}$.

On demande quel était le nombre total des globes. Réponse, il y en avait 5.

On trouverait encore, en se servant de nos formules, qu'une balle de blomb d'une once arrêterait exactement un biscaïen d'une livre, si elle avait une vitesse 16 *fois aussi* grande que celle de ce bis-

caïen ; elle arrêterait un boulet de 48, si sa vitesse était 768 fois aussi grande que celle de ce boulet. Une balle d'infanterie, pesant $\frac{1}{20}$ de livre, et sa vitesse au sortir du canon étant de 1300 pieds par seconde, si elle venait frapper un boulet de 48 au repos, elle le pousserait devant elle, et leur vitesse commune serait de 1 pied $\frac{1}{2}$ par seconde. Nous supposons ici les corps parfaitement durs.

DU JEU DE BILLARD.

La théorie de ce jeu repose sur les principes suivans :

1°. Lorsqu'un corps à ressort parfait vient choquer un obstacle (la bande), il se réfléchit en faisant l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence.

2°. Un corps parfaitement élastique qui vient à en choquer un autre de même masse au moment où ce dernier est au repos, lui communique toute sa vitesse, et prend lui-même l'état du repos, à moins que le choc ne soit oblique.

3°. Si le choc est oblique, c'est-à-dire si le corps sphérique B n'est point poussé vers A (*fig.* 8) suivant la droite qui joint leurs centres avant le choc, le premier ne communiquera qu'une partie de sa vitesse au second, et il se dirigera après le choc suivant la tangente au point de contact.

Nous supposons toujours l'élasticité parfaite, les frottemens nuls, et l'impulsion de la queue dirigée par le centre de gravité des billes.

Problème.

Les positions de la blouse C (fig. 9) *et de deux billes A, B étant données, déterminer*, 1°. *le point où l'on doit frapper celle de son adversaire pour l'envoyer dans cette blouse ;* 2°. *la direction de la bille choquante après le coup.*

Par le centre de la blouse et celui de la bille A, concevez une droite indéfinie C I O ; au point I, où cette droite rencontre la surface de la bille, menez

une tangente V Y ; prenez sur le prolongement de C I une quantité I E égale au rayon de la bille B, par ce point E mener une parallèle D G à la tangente V Y; enfin, du point B, abaissez les perpendiculaires B O, B D sur C O et D G pour former le rectangle B D E O. On conçoit ainsi comment la vitesse B E se décompose en D E, E O ; la première, ayant son effet comme si la bille A n'existait point, tend, après ce choc, à mouvoir B selon E G ; la seconde E O se transmet tout entière à la bille A, et la chasse en C. On voit donc, 1°. *que le point I, où dans tous les cas semblables on doit frapper la bille? est déterminé par la droite C I, qui passe par le centre de la blouse et celui de la bille ;* 2°. *que la bille B devra toujours être dirigée vers le point E, situé sur le prolongement de C I, à une distance de I égale au rayon de la bille choquante ;* 3°. *que la direction de cette bille, après le choc, est parallèle à la tangente au point de contact, ou perpendiculaire à la direction O C.* Cette direction est importante à connaître, car il ne suffit point d'avoir touché la bille de son adversaire ou de l'avoir poussée dans la blouse, il faut ne pas y tomber soi-même. Est-il nécessaire d'ajouter que si l'angle C A B était droit ou aigu, le problème ne serait plus possible, puisqu'on ne pourrait point toucher le point I ?

Problème.

Avec la bille B (*fig.* 8), toucher la bille A et la bille C, ou caramboler.

Concevez la bille A d'un rayon A E double de son rayon réel A I, si la bille A est de même diamètre que B ; du centre de la bille C, menez une tangente E C, le point E est celui vers lequel on doit pousser B. Pour que le problème soit possible, il faut généralement que l'angle B E C soit obtus.

Problème.

Frapper une bille de bricole.

On appelle bricoler, ne toucher une bille qu'après avoir frappé une bande. Ainsi, soit proposé (*fig.* 10) de toucher B après la bande X Y. Il suffit ici de déterminer le point C, de telle sorte que l'angle d'incidence A C O soit égal à l'angle de réflexion O C B. Après avoir tiré E I parallèle a X Y, et à une distance égale au rayon de la bille, abaissez une perpendiculaire indéfinie A *a* sur E I, puis, prenant E *a* = E A, menez par le point *a* la droite *a* B, le point C est déterminé : en effet, à cause des parallèles A *a*, C O, on a K C O = K *a* A, et aussi A C O = C A E ; mais les triangles rectangles, A E C, *a* E C, sont égaux, donc l'angle C A E = E *a c* ou K *a* A, donc A C O = K C O. Comme ce tracé n'est point possible, on conçoit une perpendiculaire B N prolongée en *b* d'une quantité égale à elle même, et l'on vise alors vers ce point de l'espèce dans la direction A *b*.

Problème.

Avec la bille A choquer B après une double bricole (*fig.* 11).

Concevez d'abord les parallèles aux bandes X Y, Y Z menées à une distance égale au rayon de A ; du point A, abaissez A N perpendiculaire à Y Z, et prolongez-la d'une quantité *a* N = A N. Le problème est ainsi ramené au cas précédent ; en effet, on peut supposer la bille A transportée en *a* ; il ne s'agit plus que de tracer une bricole ; du point *a*, conduisez C *a* perpendiculaire à la direction de la bande X Y ; prenez C α = C *a*, joignez α B, le point V′ est déterminé ; on trouve V en tirant *a* V′ : A V V′ B est donc le chemin que parcourra le mobile A.

Problème.

Faire bricoler la bille A sur la bande P Q, de manière à choquer la bille B et l'envoyer dans la blouse M.

Menez toujours X Y parallèle à la bande P Q, et à une distance de cette bande égale au rayon des billes; joignez par M B, que vous prolongerez jusqu'en *i*; du point A, abaissez A *a* perpendiculaire à X Y; prenez N *a* = A N, joignez les points *a*, *i*, par la droite *a* V *i*. Après avoir touché le point V ainsi déterminé, la bille A viendra choquer B, l'enverra dans la blouse M, et continuera à se mouvoir suivant I R, c'est-à-dire *suivant la tangente au point de contact*.

GRAVITATION.

Le principe fondamental est que les molécules de la matière s'attirent mutuellement en raison des masses, et réciproquement au carré des distances.

Il est pareillement démontré qu'un point matériel placé à la surface d'une sphère, qui exerce sur lui son attraction, tendra vers elle avec une force qui sera la même que si toute la masse était réunie à son centre. Cela posé, et les formules relatives à la chute des corps étant présentes à l'esprit, on peut se demander:

Problème général.

Quelle serait la pesanteur d'un corps transporté à la surface du soleil, ou d'une autre planète que la terre comparée à celle de ce corps sur la surface de notre globe, et quel espace parcourrait un corps en une seconde, soumis à l'action de la pesanteur seulement?

Le tableau suivant fournit les données et les résultats du *calcul*.

ASTRES.	MASSES.	RAPPORT des rayons.	POIDS.	CHUTE en 1″.
				pieds.
Soleil. . .	329630	109.93	27.65	421.14
Mercure. .	0.1627	0.3944	1.07	16.15
Vénus. . .	0.9243	0.9730	1.	15.07
Terre. . .	1.....	1.	1.	15.1
Lune. . . .	0.0146	0.2731	0.228	3.44
Mars. . . .	0.1294	0.5556	0.43	6.47
Jupiter. . .	308.94	11.5616	2.51	35.68
Saturne. .	93.271	6.6094	1.3	19.63
Uranus. . .	1.6904	4.2630	0.95	14.36

On pourra encore calculer la longueur du pendule à seconde pour ces astres au moyen des formules données, en y introduisant pour g la valeur convenable donnée par le tableau.

HYDROSTATIQUE.

Principe fondamental.

Les liquides transmettent dans tous les sens et également les pressions qu'on exerce à leur surface. On connaît ce principe sous le nom d'*égalité de pression*.

On fait ici abstraction de la pesanteur et de la compressibilité du liquide.

Si donc une force P agit sur une partie A de la surface d'un liquide renfermé dans un vase, la pression p qu'elle exerce sur une autre partie de la *surface ou sur la surface* totale a des parois, est

$$p = \frac{a\,P}{A}$$

Si l'on rapporte la pression P à l'unité de surface (le centimètre, décimètre carré), c'est-à-dire si l'on fait A = 1, on a

$$p = a\,P$$

La pression qu'éprouve en tous sens une molécule quelconque d'un fluide pesant en équilibre dans un vase est égale au poids d'un filet vertical de ce fluide qui aurait pour hauteur la distance de cette molécule au plan de la surface supérieure du fluide.

Le fond d'un vase, quelle que soit la forme de ce vase, pourvu que la base soit horizontale, éprouve donc, de la part du fluide qu'il contient et qui est en équilibre, une pression p égale au poids P d'une colonne fluide qui aurait pour base le fond même du vase a et pour hauteur h la distance de ce fond au plan de niveau, ou

$$p = P\,a\,h.$$

Si la base était inclinée ou courbe, il faudrait compter la hauteur à partir du centre de gravité de la surface de cette base. (Voyez *centre de gravité*.)

Problème.

En supposant qu'un baril cylindrique de deux pieds de diamètre et trois pieds de hauteur soit surmonté d'un tube vertical de 30 pieds de longueur, et que le baril aussi bien que le tube soient entièrement pleins d'eau, on demande quelle pression éprouvera le fond du baril, en évaluant le poids du pied cube d'eau à 70 livres?

Le diamètre du fond étant de 2 pieds, on a pour a (*voyez* le vocabulaire, au mot *cercle*) 3.1416.

La formule $p = P\,a\,h$ donne $p = 70 \times 3.1416 \times 33 = 7257$ livres environ.

Quelques-unes des révolutions de la surface du globe sont les conséquences du même principe; il

peut produire des tremblemens de terre, fendre ou même faire écrouler des montagnes Supposons, par exemple, que dans le sein d'une montagne il se trouve un vide horizontal de 30 à 40 pieds carrés sur quelques pouces de hauteur, et que les pluies ou d'autres causes forment un conduit qui du haut de la montagne descende jusque dans l'espace vide, et ait une longueur de plusieurs centaines de pieds; lorsque l'eau aura rempli la cavité, et qu'elle s'élèvera dans ce tube d'une nouvelle espèce, la montagne pourra être brisée en éclats, si elle a résisté quelque temps aux premiers efforts de l'eau qui, s'élevant de plus en plus, acquerra une incroyable énergie.

La même chose arriverait si une sonde enfoncée profondément atteignait un réservoir d'eau souterrain, et que la pluie vînt à remplir le trou. Une contrée entière pourrait se trouver bouleversée si, comme on le voit souvent, le réservoir avait plusieurs lieues d'étendue.

Problème.

On demande de déterminer la pression d'une masse d'eau contre un plan incliné submergé de forme trapézoïdale, dont la base aurait 10 pieds; le côté opposé et, par conséquent, parallèle à cette base 6 pieds, un des côtés inclinés 7 pieds $\frac{1}{2}$, le quatrième enfin 10 pieds $\frac{1}{2}$; la distance verticale du centre de gravité de ce plan, au niveau du liquide, est de 20 pieds.

Le vocabulaire, au mot *trapèze*, donne $a = \frac{1}{3}\,h\,(B+b)$. On connaît B et b; il ne s'agit plus que de trouver h, dont on trouve la valeur au même article.

Un calcul semblable à celui du dernier problème donnera pour la pression 78400 livres.

Si l'on faisait une ouverture au fond d'un bateau, l'eau jaillirait à l'instant, et pour l'empêcher d'entrer il faudrait exercer une pression qui fût égale au poids d'une colonne d'eau qui aurait pour base l'ouverture et pour hauteur la profondeur du bateau *au dessus du* niveau. C'est pour cela que dans les

grands vaisseaux la quille doit avoir une gran
force pour résister aux pressions de bas en haut q
s'exercent sur le fond du bâtiment. Si ce fond éta
horizontal, et qu'il eût, par exemple, 100 mètr
carrés de superficie, la pression ne serait pas moindr
de cent mille kilogr., quand le tirant serait d'u
mètre, et trois cent mille kilogrammes quand il se
rait de trois mètres.

DES PESANTEURS SPÉCIFIQUES.

Corps flottans.

Le poids d'un corps quelconque, considéré en lui
même, sans s'embarrasser du volume sous lequel il
est contenu, est ce qu'on appelle son poids absolu P;
le poids compris sous l'unité de volume est son *poids*
spécifique G; si V est le volume du corps, M sa
masse, on a les relations suivantes :

$$P = G\,V, \quad G = \frac{P}{V}$$

Si P et p sont les poids absolus de deux corps,
et V et v sont les volumes, G, g, les poids
spécifiques, M, m, leurs masses, D, d, les densités,

$$G : g :: \frac{P}{V} : \frac{p}{v} :: \frac{M}{V} : \frac{m}{v} :: D : d.$$

Problème.

Déterminer le rapport R des poids spécifiques de
deux corps.

S'il s'agit de liquides, on prend un flacon
dont on cherche le poids a; on le remplit
d'une nouvelle pesée donne b; enfin, on le
vide du liquide dont on veut obtenir le poids
spécifique c.

$$R = \frac{c - a}{b - a}$$

S'il s'agit d'un solide, on met le flacon plein d'eau dans un des plateaux d'une balance, et on établit l'équilibre à l'aide de poids connus; puis on place le corps à côté du flacon, et on établit de nouveau l'équilibre à l'aide d'un nouveau poids ϖ, qui est évidemment celui du corps solide; enfin, l'on introduit le corps dans ce flacon plein d'eau, et l'on se trouve obligé, pour produire de nouveau l'équilibre, d'ajouter un nouveau poids E.

$$R = \frac{\varpi}{E}$$

Problème.

On peut encore se servir de l'aréomètre Fahrenheit, dont nous ne pouvons ici donner la description, mais qui d'ailleurs est bien connu.

Soit p le poids de l'instrument, plus celui dont on le charge pour le faire *affleurer* dans le premier liquide, $p \pm q$, ce poids, dans le second des liquides, dont nous appelons les pesanteurs spécifiques π et π', on a

$$\frac{\pi'}{\pi} = \frac{p \pm q}{p}$$

Pour les solides, on se sert de l'instrument de Nicholson, ou de la verge hydrostatique de Coates. Nommons k le poids placé dans la cuvette supérieure pour produire l'affleurement. On ôte ce poids, et on y substitue le corps, plus le poids l nécessaire pour produire l'affleurement. Enfin, on place le corps avec un poids m, dans le bassin inférieur, pour produire encore l'affleurement; on a pour le rapport R des poids spécifiques du liquide et du solide

$$R = \frac{k - l}{m - l}$$

Et si p désigne le poids du corps dans l'air, et π

la perte que le corps a faite de son poids dans l'eau,

$$p = h - l \qquad n = m - l$$

S'il s'agit de deux fluides, a étant le poids de l'instrument, l la charge qui produit l'affleurement dans le premier, λ le poids qu'il faut ajouter ou ôter pour le produire dans le second, le rapport R des poids spécifiques est

$$R = \frac{a + l \pm \lambda}{a + l} = 1 \pm \frac{\lambda}{a + l}.$$

Si l'on conçoit une balance très-exacte qui porte en dessous un crin auquel on puisse suspendre le corps, qu'après avoir mis l'instrument en équilibre dans l'air au moyen d'un poids P, on laisse ensuite plonger le corps dans l'eau, l'équilibre sera détruit, et il faudra pour le rétablir un poids f, le rapport des poids spécifiques du corps et de l'eau sera

$$R = \frac{P}{f}.$$

Problème.

On trouverait le volume V d'un corps en décimètres cubes, par

$$V = \frac{f \times 1 \text{ kil.}}{1 \text{ kil.}} \quad \text{litre.}$$

Enfin, si f, f' sont les poids qu'il faut ajouter pour qu'un corps quelconque, suspendu comme nous l'avons dit plus haut, et plongé successivement dans deux différens fluides, soit équilibré, le rapport des poids spécifiques de ces fluides est

$$R = \frac{f}{f'}$$

C'est en partie par ces moyens qu'on a déterminé les poids spécifiques des substances suivantes.

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, celle de l'air étant prise pour unité.

NOMS DES FLUIDES ÉLASTIQUES.	DENSITÉS déter. par exp.	DENSITÉS calculées
Air.	1.0000	
Vapeur d'iode.	....	8.6195
Vapeur d'éther hydriodique.	5.4749	
Vapeur d'essence de téréb.	5 0130	
Gaz hydriodique.	4.443	
Gaz fluo-silicique.	3.5735	
Gaz chloro-carbonique.	....	3.3894
Vapeur de carbure de soufre.	2.6447	
Vapeur d'éther sulfurique.	2.5860	
Chlore.	2.470	2.4216
Gaz euchlorine.	....	2.3782
Gaz fluo-borique.	2.3709	
Vap. d'éther hydrochlorique	2.2119	
Gaz sulfureux.	2.1204	
Gaz chlorocyanique	....	2.111
Cyanogène.	1.8064	1.8011
Vapeur d'alcool absolu.	1.6133	
Protoxide d'azote.	1.5204	1.5209
Acide carbonique.	1.5240	
Gaz hydrochlorique	1.2474	
Gaz hydrosulfurique	1.1912	
Gaz oxigène.	1.1036	
Deutoxide d'azote.	1.0388	1.0364
Gaz oléfiant.	0.9780	
Gaz azote.	0.976	
Gaz oxide de carbone.	0.9569	0.9678
Vapeur hydrocyanique.	0.9476	0.9360
Hydrogène phosphuré.	0.8 0	
Vapeur d'eau.	0.6235	0.6224
Gaz ammoniacal.	0.5967	
Gaz hydrogène carboné.	0.555	
Gaz hydrogène arsenié.	0.529	
Gaz hydrogène.	0.0688	

Liquides. Celle de l'eau étant 1.

Acide sulfurique	1,8409
Acide nitreux	1,550
Eau de la mer morte	1,2403
Acide nitrique	1,2175
Eau de la mer	1,0263
Lait	1,03
Eau distillée	1,0000
Vin de Bordeaux	0,9939
Vin de Bourgogne	0,9915
Huile d'olive	0,9153
Ether muriatique	0,874
Huile essentielle de térébenthine	0,8697
Bitume liquide dit *naphte*	0,8475
Alcool absolu	0,792
Ether sulfurique	0,7155

Solides.

Platine	laminé	22,0690
	passé à la filière	21,0417
	forgé	20,3366
	purifié	19,5000
Or	forgé	19,3617
	fondu	19,2581
Tungstein		17,6
Mercure (à 0°)		13,598
Plomb fondu		11,3523
Palladium		11,3
Rhodium		11,0
Argent fondu		10,4743
Bismuth fondu		9,822
Cuivre en fil		8,8785
Cuivre rouge fondu		8,7880
Molybdène		8,611
Arsenic		8,308
Nickel fondu		8,279
Zinc		8,1
Fer non-écroui		7,8165
Fer fondu		7,8119

Fer en barre	7,7880
Etain fondu	7,2914
Fer fondu	7,2070
Zinc fondu	6,861
Antimoine fondu	6,712
Tellure	6,115
Chrôme	5,9
Iode	4,9480
Spath pesant	4,4300
Jargon de Ceylan	4,4161
Rubis oriental	4,2833
Saphir oriental	3,9941
Saphir du Brésil	3,1307
Topaze orientale	4,0106
Topaze de Saxe	3,5640
Brézil oriental	3,5489
Diamans les plus lourds (légèrement colorés en rose)	3,5310
— les plus légers	3,5010
Flint-glass (anglais)	3,3293
Spath fluor (rouge)	3,1911
Tourmaline (verte)	3,1555
Asbeste raide	2,9958
Marbre de Paros (chaux carbonatée lamellaire	2,8396
Quartz-jaspe onyx	2,8160
Emeraude verte	2,7755
Perles	2,7500
Chaux carbonatée cristallisée	2,7182
Quartz-jaspe	2,7101
Corail	2,680
Cristal de roche pur	2,6530
Quartz-agathe	2,615
Feld-spath limpide	2,5644
Verre de Saint-Gobain	2,4882
Porcelaine de la Chine	2,3847
Chaux sulfatée cristallisée	2,3117
Porcelaine de Sèvres	2,1457
Soufre natif	2,0332
Ivoire	1,9171

Albâtre	1,8740
Anthracite	1,8
Alun	1,720
Houille compacte	1,3292
Jayet	1,259
Succin	1,078
Sodium	0,9726
Glace	0,930
Potassium	0,8651
Bois de hêtre	0,852
Frêne	0,845
If	0,807
Bois d'orme	0,800
Pommier	0,733
Bois d'oranger	0,705
Sapin	0,657
Tilleul	0,604
Bois de cyprès	0,598
Bois de cèdre	0,561
Peuplier blanc d'Espagne	0,529
Bois de sassafras	0,482
Peuplier ordinaire	0,383
Liége	0,240

Pour établir une liaison entre les Tables de pesanteurs spécifiques qui précèdent, nous ajouterons que, d'après les recherches de MM. Biot et Arago, le poids de l'air atmosphérique sec, à la température de la glace fondante et sous la pression de $0^m.76$, est, à volume égal, $\frac{1}{770}$ de celui de l'eau distillée.

Par une moyenne entre un grand nombre de pesées, on a trouvé qu'à zéro de température et sous la pression de $0^m.76$, le rapport du poids de l'air à celui du mercure est de 1 à 10466.

Problème.

Le roi Hiéron avait fait remettre à un orfévre une certaine quantité d'or pour en faire une couronne ; mais l'artiste infidèle retint une partie de cet or *et lui substitua* un égal poids d'argent. On

soupçonna la fraude, et, comme on ne voulai
gâter un ouvrage qui était d'ailleurs d'un tr
exquis, Archimède fut consulté sur le moye
découvrir la quantité d'argent substituée à l'or
sait qu'il réussit à résoudre ce problème ; mai
ne connaît pas précisément la méthode qu'il su
On demande comment il pouvait le résoudre p
principes de l'hydrostatique ?

Solution.

Il est évident que si l'on prend deux morc
d'une même matière, par exemple, deux liv
d'or ou d'argent, et qu'on les plonge dans un m
fluide, ils perdront des parties de leurs poids
portionnelles à ces poids ; car ils perdront des
ties équivalentes aux poussées du fluide, e
poussées du fluide sont proportionnelles aux
lumes des corps qu'on y plonge. Or, quand
corps sont de même espèce, leurs volumes
comme leurs poids. Donc les poids que les
corps perdront par l'immersion seront propor
nels aux poids absolus.

Cela posé, soient respectivement a, b, c les p
d'un lingot d'or, d'un lingot d'argent et de la
ronne proposée ; a', b', c' ce que ces corps per
de leurs poids quand on les plonge dans le flu
x le poids de la quantité d'or qui entre dans la
ronne, y le poids de l'argent qu'on a allié avec
or. Nous aurons d'abord l'équation

$$x + y = c.$$

Ensuite le poids a du lingot d'or est à la qua
d'or x qui entre dans le mélange, comme le p
a' que le lingot perd dans le fluide est à ce q
quantité x peut y perdre. Cette quantité pe
donc une partie de son poids exprimée par

$$\frac{a'x}{a}.$$

De même le poids b du lingot d'argent est à la quantité d'argent y qui entre dans l'alliage, comme le poids b' que le lingot d'argent perd dans le fluide est au poids que la quantité y doit y perdre. Cette quantité y perdra donc une partie de son poids exprimée par

$$\frac{b'y}{b}.$$

Or, si l'on ajoute ensemble ce que l'or et l'argent qui entrent dans le mélange doivent perdre de leurs poids, on aura ce que la couronne perd du sien, c'est-à-dire,

$$\frac{a'x}{a} = \frac{b'y}{b} = c;$$

équation qui, comparée avec

$$x + y = c,$$

fera trouver les valeurs de x et de y.

Problème.

Une pièce d'argent, pesant dans l'air trois onces, a été plongée dans l'eau, et dans ce liquide son poids n'était plus que de 2 onces 5 gros et 56. On demande le poids spécifique du métal, celui de l'eau étant pris pour unité. Il faut d'abord trouver E = 3 onces = 2°. 5 gros 56 grains = en réduisant tout en grains, 160.

$$R = \frac{a}{E} = \frac{1728}{160} = 10.8.$$

C'est la pesanteur spécifique demandée.

Problème.

Quel sera le poids absolu d'un demi-pied cube d'or, sachant que le poids spécifique de ce métal est *19.26*, et que le pied cube d'eau pèse 70 livres?

peut produire des tremblemens de terre, fendre ou même faire écrouler des montagnes. Supposons, par exemple, que dans le sein d'une montagne il se trouve un vide horizontal de 30 à 40 pieds carrés sur quelques pouces de hauteur, et que les pluies ou d'autres causes forment un conduit qui du haut de la montagne descende jusque dans l'espace vide, et ait une longueur de plusieurs centaines de pieds; lorsque l'eau aura rempli la cavité, et qu'elle s'élèvera dans ce tube d'une nouvelle espèce, la montagne pourra être brisée en éclats, si elle a résisté quelque temps aux premiers efforts de l'eau qui, s'élevant de plus en plus, acquerra une incroyable énergie.

La même chose arriverait si une sonde enfoncée profondément atteignait un réservoir d'eau souterrain, et que la pluie vînt à remplir le trou. Une contrée entière pourrait se trouver bouleversée si, comme on le voit souvent, le réservoir avait plusieurs lieues d'étendue.

Problème.

On demande de déterminer la pression d'une masse d'eau contre un plan incliné submergé de forme trapézoïdale, dont la base aurait 10 pieds; le côté opposé et, par conséquent, parallèle à cette base 6 pieds, un des côtés inclinés 7 pieds $\frac{1}{2}$, le quatrième enfin 10 pieds $\frac{1}{2}$; la distance verticale du centre de gravité de ce plan, au niveau du liquide, est de 20 pieds.

Le vocabulaire, au mot *trapèze*, donne $a = \frac{1}{3}h$ (B+b). On connaît B et b; il ne s'agit plus que de trouver h, dont on trouve la valeur au même article.

Un calcul semblable à celui du dernier problème donnera pour la pression 78400 livres.

Si l'on faisait une ouverture au fond d'un bateau, l'eau jaillirait à l'instant, et pour l'empêcher d'entrer il faudrait exercer une pression qui fût égale au poids d'une colonne d'eau qui aurait pour base l'ouverture et pour hauteur la profondeur du bateau au-dessus du niveau. C'est pour cela que dans les

grands vaisseaux la quille doit avoir une grande force pour résister aux pressions de bas en haut qui s'exercent sur le fond du bâtiment. Si ce fond était horizontal, et qu'il eût, par exemple, 100 mètres carrés de superficie, la pression ne serait pas moindre de cent mille kilogr., quand le tirant serait d'un mètre, et trois cent mille kilogrammes quand il serait de trois mètres.

DES PESANTEURS SPÉCIFIQUES.

Corps flottans.

Le poids d'un corps quelconque, considéré en lui même, sans s'embarrasser du volume sous lequel il est contenu, est ce qu'on appelle son poids absolu P; le poids compris sous l'unité de volume est son *poids spécifique* G; si V est le volume du corps, M sa masse, on a les relations suivantes :

$$P = GV, \quad G = \frac{P}{V}$$

Si P et p sont les poids absolus de deux corps, dont V et v sont les volumes, G, g, les poids spécifiques, M, m, leurs masses, D, d, les densités,

$$G : g :: \frac{P}{V} : \frac{p}{v} :: \frac{M}{V} : \frac{m}{v} :: D : d.$$

Problème.

Déterminer le rapport R des poids spécifiques de deux corps.

1°. S'il s'agit de liquides, on prend un flacon vide, dont on cherche le poids a; on le remplit d'eau, et une nouvelle pesée donne b; enfin, on le remplit du liquide dont on veut obtenir le poids spécifique c.

$$R = \frac{c - a}{b - a}$$

S'il s'agit d'un solide, on met le flacon plein d'eau dans un des plateaux d'une balance, et on établit l'équilibre à l'aide de poids connus; puis on place le corps à côté du flacon, et on établit de nouveau l'équilibre à l'aide d'un nouveau poids ϖ, qui est évidemment celui du corps solide; enfin, l'on introduit le corps dans ce flacon plein d'eau, et l'on se trouve obligé, pour produire de nouveau l'équilibre, d'ajouter un nouveau poids E.

$$R = \frac{\varpi}{E}$$

Problème.

On peut encore se servir de l'aréomètre Fahrenheit, dont nous ne pouvons ici donner la description, mais qui d'ailleurs est bien connu.

Soit p le poids de l'instrument, plus celui dont on le charge pour le faire *affleurer* dans le premier liquide, $p \pm q$, ce poids, dans le second des liquides, dont nous appelons les pesanteurs spécifiques π et π', on a

$$\frac{\pi'}{\pi} = \frac{p \pm q}{p}$$

Pour les solides, on se sert de l'instrument de Nicholson, ou de la verge hydrostatique de Coates. Nommons k le poids placé dans la cuvette supérieure pour produire l'affleurement. On ôte ce poids, et on y substitue le corps, plus le poids l nécessaire pour produire l'affleurement. Enfin, on place le corps avec un poids m, dans le bassin inférieur, pour produire encore l'affleurement; on a pour le rapport R des poids spécifiques du liquide et du solide

$$R = \frac{k - l}{m - l}$$

Et si p désigne le poids du corps dans l'air, et n

la perte que le corps a faite de son poids dans l'eau,

$$p = k - l \qquad n = m - l$$

S'il s'agit de deux fluides, a étant le poids de l'instrument, l la charge qui produit l'affleurement dans le premier, λ le poids qu'il faut ajouter ou ôter pour le produire dans le second, le rapport R des poids spécifiques est

$$R = \frac{a + l \pm \lambda}{a + l} = 1 \pm \frac{\lambda}{a + l}.$$

Si l'on conçoit une balance très-exacte qui porte en dessous un crin auquel on puisse suspendre le corps, qu'après avoir mis l'instrument en équilibre dans l'air au moyen d'un poids P, on laisse ensuite plonger le corps dans l'eau, l'équilibre sera détruit, et il faudra pour le rétablir un poids f, le rapport des poids spécifiques du corps et de l'eau sera

$$R = \frac{P}{f}.$$

Problème.

On trouverait le volume V d'un corps en décimètres cubes, par

$$V = \frac{f \times 1 \text{ kil.}}{1 \text{ kil.}} \quad \text{litre.}$$

Enfin, si f, f' sont les poids qu'il faut ajouter ur qu'un corps quelconque, suspendu comme us l'avons dit plus haut, et plongé successivement s deux différens fluides, soit équilibré, le rapt des poids spécifiques de ces fluides est

$$R = \frac{f}{f'}$$

est en partie par ces moyens qu'on a déterminé oids spécifiques des substances suivantes.

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, l'air étant prise pour unité.

NOMS DES FLUIDES ÉLASTIQUES.	DENSITÉS déter. par exp.	DE cal
Air.	1.0000	
Vapeur d'iode.	. . . .	8.
Vapeur d'éther hydriodique.	5.4749	
Vapeur d'essence de téréb.	5 0130	
Gaz hydriodique.	4.443	
Gaz fluo-silicique.	3.5735	
Gaz chloro-carbonique.	. . . .	3.
Vapeur de carbure de soufre.	2.6447	
Vapeur d'éther sulfurique.	2.5860	
Chlore.	2.470	2.
Gaz euchlorine.	. . . .	2.
Gaz fluo-borique.	2.3709	
Vap. d'éther hydrochlorique	2.2119	
Gaz sulfureux.	2.1204	
Gaz chlorocyanique	. . . .	2
Cyanogène.	1.8064	1
Vapeur d'alcool absolu.	1.6133	
Protoxide d'azote.	1.5204	1
Acide carbonique.	1.5240	
Gaz hydrochlorique	1.2474	
Gaz hydrosulfurique	1.1912	
Gaz oxigène.	1.1036	
Deutoxide d'azote.	1.0388	1
Gaz oléfiant.	0.9780	
Gaz azote.	0.976	
Gaz oxide de carbone.	0.9569	0
Vapeur hydrocyanique.	0.9476	0
Hydrogène phosphuré.	0.8 0	
Vapeur d'eau.	0.6235	0
Gaz ammoniacal.	0.5967	
Gaz hydrogène carboné.	0.555	
Gaz hydrogène arsenié.	0.529	
Gaz hydrogène.	0.0688	

Liquides. Celle de l'eau étant 1.

Acide sulfurique	1,8409
Acide nitreux	1,550
Eau de la mer morte	1,2403
Acide nitrique	1,2175
Eau de la mer	1,0263
Lait	1,03
Eau distillée	1,0000
Vin de Bordeaux	0,9939
Vin de Bourgogne	0,9915
Huile d'olive	0,9153
Ether muriatique	0,874
Huile essentielle de térébenthine	0,8697
Bitume liquide dit *naphte*	0,8475
Alcool absolu	0,792
Ether sulfurique	0,7155

Solides.

Platine	laminé	22,0690
	passé à la filière	21,0417
	forgé	20,3366
	purifié	19,5000
Or	forgé	19,3617
	fondu	19,2581
Tungstein		17,6
Mercure (à 0°)		13,598
Plomb fondu		11,3523
Palladium		11,3
Rhodium		11,0
Argent fondu		10,4743
Bismuth fondu		9,822
Cuivre en fil		8,8785
Cuivre rouge fondu		8,7880
Molybdène		8,611
Arsenic		8,308
Nickel fondu		8,279
Urane		8,1
Acier non-écroui		7,8165
Cobalt fondu		7,8119

Fer en barre	7,7880
Etain fondu	7,2914
Fer fondu	7,2070
Zinc fondu	6,861
Antimoine fondu	6,712
Tellure	6,115
Chrôme	5,9
Iode	4,9480
Spath pesant	4,4300
Jargon de Ceylan	4,4161
Rubis oriental	4,2833
Saphir oriental	3,9941
Saphir du Brésil	3,1307
Topaze orientale	4,0106
Topaze de Saxe	3,5640
Brézil oriental	3,5489
Diamans les plus lourds (légèrement colorés en rose)	3,5310
— les plus légers	3,5010
Flint-glass (anglais)	3,3293
Spath fluor (rouge)	3,1911
Tourmaline (verte)	3,1555
Asbeste raide	2,9958
Marbre de Paros (chaux carbonatée lamellaire	2,8396
Quartz-jaspe onyx	2,8180
Emeraude verte	2,7755
Perles	2,7500
Chaux carbonatée cristallisée	2,7182
Quartz-jaspe	2,7101
Corail	2,680
Cristal de roche pur	2,6530
Quartz-agathe	2,615
Feld-spath limpide	2,5644
Verre de Saint-Gobain	2,4882
Porcelaine de la Chine	2,3847
Chaux sulfatée cristallisée	2,3117
Porcelaine de Sèvres	2,1457
Soufre natif	2,0332
Ivoire	1,9170

. . . . .	1,8740
te.	1,8
. . . . .	1,720
ompacte.	1,3292
. . . . .	1,259
. . . . .	1,078
. . . . .	0,9726
. . . . .	0,930
m.	0,8651
être.	0,852
. . . . .	0,845
. . . . .	0,807
me.	0,800
r.	0,733
anger.	0,705
. . . . .	0,657
. . . . .	0,604
yprès.	0,598
èdre.	0,561
blanc d'Espagne.	0,529
assafras.	0,482
ordinaire.	0,383
. . . . .	0,240

tablir une liaison entre les Tables de pe- spécifiques qui précèdent, nous ajouterons près les recherches de MM. Biot et Arago, de l'air atmosphérique sec, à la tempéra- glace fondante et sous la pression de $0^m.76$, olume égal, $\frac{1}{770}$ de celui de l'eau distillée. ne moyenne entre un grand nombre de pe- a trouvé qu'à zéro de température et sous on de $0^m.76$, le rapport du poids de l'air à mercure est de 1 à 10466.

Problème.

i Hiéron avait fait remettre à un orfévre taine quantité d'or pour en faire une cou- mais l'*artiste* infidèle retint une partie de *lui substitua* un égal poids d'argent. On

soupçonna la fraude, et, comme on ne voulait pas gâter un ouvrage qui était d'ailleurs d'un travail exquis, Archimède fut consulté sur le moyen de découvrir la quantité d'argent substituée à l'or. On sait qu'il réussit à résoudre ce problème ; mais on ne connaît pas précisément la méthode qu'il suivit. On demande comment il pouvait le résoudre par les principes de l'hydrostatique ?

Solution.

Il est évident que si l'on prend deux morceaux d'une même matière, par exemple, deux lingots d'or ou d'argent, et qu'on les plonge dans un même fluide, ils perdront des parties de leurs poids proportionnelles à ces poids ; car ils perdront des parties équivalentes aux poussées du fluide, et les poussées du fluide sont proportionnelles aux volumes des corps qu'on y plonge. Or, quand deux corps sont de même espèce, leurs volumes sont comme leurs poids. Donc les poids que les deux corps perdront par l'immersion seront proportionnels aux poids absolus.

Cela posé, soient respectivement a, b, c les poids d'un lingot d'or, d'un lingot d'argent et de la couronne proposée ; a', b', c' ce que ces corps perdent de leurs poids quand on les plonge dans le fluide ; x le poids de la quantité d'or qui entre dans la couronne, y le poids de l'argent qu'on a allié avec cet or. Nous aurons d'abord l'équation

$$x + y = c.$$

Ensuite le poids a du lingot d'or est à la quantité d'or x qui entre dans le mélange, comme le poids a' que le lingot perd dans le fluide est à ce que la quantité x peut y perdre. Cette quantité perdra donc une partie de son poids exprimée par

$$\frac{a'x}{a}.$$

De même le poids b du lingot d'argent est à la quantité d'argent y qui entre dans l'alliage, comme le poids b' que le lingot d'argent perd dans le fluide est au poids que la quantité y doit y perdre. Cette quantité y perdra donc une partie de son poids exprimée par

$$\frac{b'y}{b}.$$

Or, si l'on ajoute ensemble ce que l'or et l'argent qui entrent dans le mélange doivent perdre de leurs poids, on aura ce que la couronne perd du sien, c'est-à-dire,

$$\frac{a'x}{a} = \frac{b'y}{b} = c;$$

équation qui, comparée avec

$$x + y = c,$$

fera trouver les valeurs de x et de y.

Problème.

Une pièce d'argent, pesant dans l'air trois onces, a été plongée dans l'eau, et dans ce liquide son poids n'était plus que de 2 onces 5 gros et 56. On demande le poids spécifique du métal, celui de l'eau étant pris pour unité. Il faut d'abord trouver E = 3 onces = 2°. 5 gros 56 grains = en réduisant tout en grains, 160.

$$R = \frac{a}{E} = \frac{1728}{160} = 10.8.$$

C'est la pesanteur spécifique demandée.

Problème.

Quel sera le poids absolu d'un demi-pied cube d'or, sachant que le poids spécifique de ce métal est 19.26, et que le pied cube d'eau pèse 70 livres?

peut produire des tremblemens de terre, fendre ou même faire écrouler des montagnes. Supposons, par exemple, que dans le sein d'une montagne il se trouve un vide horizontal de 30 à 40 pieds carrés sur quelques pouces de hauteur, et que les pluies ou d'autres causes forment un conduit qui du haut de la montagne descende jusque dans l'espace vide, et ait une longueur de plusieurs centaines de pieds; lorsque l'eau aura rempli la cavité, et qu'elle s'élèvera dans ce tube d'une nouvelle espèce, la montagne pourra être brisée en éclats; si elle a résisté quelque temps aux premiers efforts de l'eau qui, s'élevant de plus en plus, acquerra une incroyable énergie.

La même chose arriverait si une sonde enfoncée profondément atteignait un réservoir d'eau souterrain, et que la pluie vînt à remplir le trou. Une contrée entière pourrait se trouver bouleversée si, comme on le voit souvent, le réservoir avait plusieurs lieues d'étendue.

Problème.

On demande de déterminer la pression d'une masse d'eau contre un plan incliné submergé de forme trapézoïdale, dont la base aurait 10 pieds; le côté opposé et, par conséquent, parallèle à cette base 6 pieds, un des côtés inclinés 7 pieds $\frac{1}{2}$, le quatrième enfin 10 pieds $\frac{1}{6}$; la distance verticale du centre de gravité de ce plan, au niveau du liquide, est de 20 pieds.

Le vocabulaire, au mot *trapèze*, donne $a = \frac{1}{3}\,h\,(B+b)$. On connaît B et b; il ne s'agit plus que de trouver h, dont on trouve la valeur au même article.

Un calcul semblable à celui du dernier problème donnera pour la pression 78400 livres.

Si l'on faisait une ouverture au fond d'un bateau, l'eau jaillirait à l'instant, et pour l'empêcher d'entrer il faudrait exercer une pression qui fût égale au poids d'une colonne d'eau qui aurait pour base l'ouverture et pour hauteur la profondeur du bateau au-dessus du niveau. C'est pour cela que dans les

grands vaisseaux la quille doit avoir une grande force pour résister aux pressions de bas en haut qui s'exercent sur le fond du bâtiment. Si ce fond était horizontal, et qu'il eût, par exemple, 100 mètres carrés de superficie, la pression ne serait pas moindre de cent mille kilogr., quand le tirant serait d'un mètre, et trois cent mille kilogrammes quand il serait de trois mètres.

DES PESANTEURS SPÉCIFIQUES.

Corps flottans.

Le poids d'un corps quelconque, considéré en lui même, sans s'embarrasser du volume sous lequel il est contenu, est ce qu'on appelle son poids absolu P; le poids compris sous l'unité de volume est son *poids spécifique* G; si V est le volume du corps, M sa masse, on a les relations suivantes :

$$P = G\,V, \quad G = \frac{P}{V}$$

Si P et p sont les poids absolus de deux corps, dont V et v sont les volumes, G, g, les poids spécifiques, M, m, leurs masses, D, d, les densités,

$$G : g :: \frac{P}{V} : \frac{p}{v} :: \frac{M}{V} : \frac{m}{v} :: D : d.$$

Problème.

Déterminer le rapport R des poids spécifiques de deux corps.

1°. S'il s'agit de liquides, on prend un flacon vide, dont on cherche le poids a; on le remplit d'eau, et une nouvelle pesée donne b; enfin, on le remplit du liquide dont on veut obtenir le poids spécifique c.

$$R = \frac{c - a}{b - a}$$

S'il s'agit d'un solide, on met le flacon plein d'eau dans un des plateaux d'une balance, et on établit l'équilibre à l'aide de poids connus; puis on place le corps à côté du flacon, et on établit de nouveau l'équilibre à l'aide d'un nouveau poids ϖ, qui est évidemment celui du corps solide; enfin, l'on introduit le corps dans ce flacon plein d'eau, et l'on se trouve obligé, pour produire de nouveau l'équilibre, d'ajouter un nouveau poids E.

$$R = \frac{\varpi}{E}$$

Problème.

On peut encore se servir de l'aréomètre Fahrenheit, dont nous ne pouvons ici donner la description, mais qui d'ailleurs est bien connu.

Soit p le poids de l'instrument, plus celui dont on le charge pour le faire *affleurer* dans le premier liquide, $p \pm q$, ce poids, dans le second des liquides, dont nous appelons les pesanteurs spécifiques π et π', on a

$$\frac{\pi'}{\pi} = \frac{p \pm q}{p}$$

Pour les solides, on se sert de l'instrument de Nicholson, ou de la verge hydrostatique de Coates. Nommons k le poids placé dans la cuvette supérieure pour produire l'affleurement. On ôte ce poids, et on y substitue le corps, plus le poids l nécessaire pour produire l'affleurement. Enfin, on place le corps avec un poids m, dans le bassin inférieur, pour produire encore l'affleurement; on a pour le rapport R des poids spécifiques du liquide et du solide

$$R = \frac{k - l}{m - l}$$

Et si p désigne le poids du corps dans l'air, et n

la perte que le corps a faite de son poids dans l'eau,

$$p = k - l \qquad n = m - l$$

S'il s'agit de deux fluides, a étant le poids de l'instrument, l la charge qui produit l'affleurement dans le premier, λ le poids qu'il faut ajouter ou ôter pour le produire dans le second, le rapport R des poids spécifiques est

$$R = \frac{a + l \pm \lambda}{a + l} = 1 \pm \frac{\lambda}{a + l}.$$

Si l'on conçoit une balance très-exacte qui porte en dessous un crin auquel on puisse suspendre le corps, qu'après avoir mis l'instrument en équilibre dans l'air au moyen d'un poids P, on laisse ensuite plonger le corps dans l'eau, l'équilibre sera détruit, et il faudra pour le rétablir un poids f, le rapport des poids spécifiques du corps et de l'eau sera

$$R = \frac{P}{f}.$$

Problème.

On trouverait le volume V d'un corps en décimètres cubes, par

$$V = \frac{f \times 1 \text{ kil.}}{1 \text{ kil. litre.}}$$

Enfin, si f, f' sont les poids qu'il faut ajouter pour qu'un corps quelconque, suspendu comme nous l'avons dit plus haut, et plongé successivement dans deux différens fluides, soit équilibré, le rapport des poids spécifiques de ces fluides est

$$R = \frac{f}{f'}$$

C'est en partie par ces moyens qu'on a déterminé les poids *spécifiques* des substances suivantes.

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, celle de l'air étant prise pour unité.

NOMS DES FLUIDES ÉLASTIQUES.	DENSITÉS déter. par exp.	DENSITÉS calculées
Air.	1.0000	
Vapeur d'iode.	. . . .	8.6195
Vapeur d'éther hydriodique.	5.4749	
Vapeur d'essence de téréb.	5 0130	
Gaz hydriodique.	4.443	
Gaz fluo-silicique.	3.5735	
Gaz chloro-carbonique.	. . . .	3.3894
Vapeur de carbure de soufre.	2.6447	
Vapeur d'éther sulfurique.	2.5860	
Chlore.	2.470	2.4216
Gaz euchlorine.	. . . .	2.3782
Gaz fluo-borique.	2.3709	
Vap. d'éther hydrochlorique	2.2119	
Gaz sulfureux.	2.1204	
Gaz chlorocyanique	. . . .	2.111
Cyanogène.	1.8064	1.8011
Vapeur d'alcool absolu.	1.6133	
Protoxide d'azote.	1.5204	1.5209
Acide carbonique.	1.5240	
Gaz hydrochlorique	1.2474	
Gaz hydrosulfurique	1.1912	
Gaz oxigène.	1.1036	
Deutoxide d'azote.	1.0388	1.0364
Gaz oléfiant.	0.9780	
Gaz azote.	0.976	
Gaz oxide de carbone.	0.9569	0.9678
Vapeur hydrocyanique.	0.9476	0.9360
Hydrogène phosphuré.	0.8 0	
Vapeur d'eau.	0.6235	0.6224
Gaz ammoniacal.	0.5967	
Gaz hydrogène carboné.	0.555	
Gaz hydrogène arsenié.	0.529	
Gaz hydrogène.	0.0688	

Liquides. Celle de l'eau étant 1.

Acide sulfurique	1,8409
Acide nitreux	1,550
Eau de la mer morte	1,2403
Acide nitrique	1,2175
Eau de la mer	1,0263
Lait	1,03
Eau distillée	1,0000
Vin de Bordeaux	0,9939
Vin de Bourgogne	0,9915
Huile d'olive	0,9153
Ether muriatique	0,874
Huile essentielle de térébenthine	0,8697
Bitume liquide dit *naphte*	0,8475
Alcool absolu	0,792
Ether sulfurique	0,7155

Solides.

Platine	laminé	22,0690
	passé à la filière	21,0417
	forgé	20,3366
	purifié	19,5000
Or	forgé	19,3617
	fondu	19,2581
Tungstein		17,6
Mercure (à 0°)		13,598
Plomb fondu		11,3523
Palladium		11,3
Rhodium		11,0
Argent fondu		10,4743
Bismuth fondu		9,822
Cuivre en fil		8,8785
Cuivre rouge fondu		8,7880
Molybdène		8,611
Arsenic		8,308
Nickel fondu		8,279
Urane		8,1
Acier non-écroui		7,8165
Cobalt fondu		7,8119

SUITE DE LA TABLE PREMIÈRE.

Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres
	m.		m.		m.
475	2407 9	510	2974.0	545	3502.5
476	2424.6	511	2989.6	546	3517.2
477	2441.3	512	3005.2	547	3531.8
478	2458.0	513	3020.7	548	3546 3
479	2474.6	514	3036.2	549	3560.8
480	2491.3	515	3051.7	550	3575.3
481	2507.9	516	3067.2	551	3589.8
482	2524.3	517	3082.6	552	3604.2
483	2540 8	518	3097.9	553	3618 6
484	2557.3	519	3113.3	554	3633.0
485	2573.7	520	3128.6	555	3647.4
486	2590.2	521	3143.9	556	3661.7
487	2606.6	522	3159.2	557	3676.0
488	2622.9	523	3174.4	558	3690.3
489	2639 2	524	3189.7	559	3704.6
490	2655.4	525	3204.9	560	3718.8
491	2671.6	526	3220 0	561	3733.0
492	2687.9	527	3235.1	562	3747.2
493	2704.1	528	3250 2	563	3761.3
494	2720.2	529	3265.3	564	3775.4
495	2736.3	530	3280.3	565	3789.5
496	2752.3	531	3295 3	566	3803.6
497	2768 3	532	3310.3	567	3817.7
498	2784.4	533	3325.3	568	3831.7
499	2800.4	534	3340.2	569	3845.7
500	2816.3	535	3355.1	570	3859.7
501	2832.2	536	3370.0	571	3873.7
502	2848.1	537	3384.8	572	3887.6
503	2864.1	538	3399.6	573	3901.5
504	2879.8	539	3414.4	574	3915.4
505	2895.6	540	3429.2	575	3929.3
506	2911.3	541	3443.9	576	3943.1
507	2927.0	542	3458.6	577	3956.9
508	2942.7	543	3473.3	578	3970.7
509	2958.4	544	3487.9	579	3984.5

	0.0015		0.008	0.0035	0.009	0.0095	0.10
001							
79	0.464	0.5	1.072	1.105	1.137	1.168	1.198
36	0.656	0.7	1.515	1.562	1.607	1.651	1.694
56	0.804	0.9	1.856	1.913	1.969	2.023	2.075
58	0.928	1.0	2.143	2.209	2.273	2.335	2.396
47	1.038	1.	2.396	2.470	2.542	2.611	2.679
28	1.137	1.2	2.625	2.706	2.784	2.860	2.935
02	1.228	1.3	2.835	2.922	3.007	3.090	3.170
72	1.312	1.4	3.031	3.124	3.215	3.303	3.389
37	1.392	1.4	3.215	3 314	3.410	3.503	3.594
98	1.467	1.5	3.389	3.493	3.594	3.693	3.789
56	1.639	1.7	3.554	3 663	3.770	3.873	3.974
2	1.607	1.8	3.712	3.826	3.937	4.045	4.150
6	1.673	1.9	3.864	3.983	4.098	4.210	4.320
8	1.736	2.0	4.010	3.133	4.253	4.369	4.483
7	1.797	2.0	4.150	4.278	4.402	4.523	4.640
5	1.856	2.1	4.286	4.418	4.546	4.671	4.792
2	1.913	2.2	4.418	4.554	4.686	4.825	4.940
	1.969	2.2	4.546	4.686	4.822	4.954	5.083
	2.023	2.3	4.671	4.815	4.954	5.090	5.222
	2.075	2.3	4.792	4.940	5 083	5.222	5.358
	2.136	2.4	4.911	4.062	5.209	5.351	5.490
	2.176	2.5	5.026	5.181	5,331	5.477	5.620
	2.225	2.5	5.139	5.297	5.451	5.600	5.746
	2.273	2.6	5.250	5.411	5.568	5.721	5.869
	2.320	2.6	5.358	5.523	5.682	5.83	5....
	2.366	2.7					

Selon lni

On dema
de M. de P
ment par u
de la condu
niveau au-d

on a $\rho =$

$= 26.79 >$

C'est au r
table suiva

C'est dans les ouvrages d'hydraulique qu'il faudra chercher les théories relatives aux conduites qui ne sont point dans toute leur longueur d'un même diamètre, et qui, en outre, offrent des coudes qui altèrent la vitesse; notre livre ne devant renfermer que des théories usuelles n'est point destiné aux ingénieurs de profession, qui seuls ont à résoudre des problèmes de ce genre.

Jets d'eau.

La différence de niveau entre l'eau sur la tête de la conduite et l'orifice de l'ajutage étant H, H' pour deux réservoirs h h' sont les hauteurs des jets correspondans, on a

$$\frac{H - h}{H' - h'} = \frac{h}{h'}$$

On sait d'ailleurs qu'une hauteur de 5 pieds 1 pouce produit un jet de 5 pieds.

Problème.

On demande quelle hauteur il faudrait donner au réservoir pour produire un jet de 100 pieds.

Ici c'est H qui est inconnue

$$H' = 5\tfrac{1}{12},\ h' = 5\ h = 100, \text{ et}$$

comme la formule devient

$$H = (H' - h')\frac{h^2}{h'^2} + h \quad \text{on a}$$

$$H = (5\tfrac{1}{12} - 5)\ \frac{10000}{25} + 100$$

$$= \tfrac{1}{12} \times 400 + 100 = 133 \text{ pi. } 4 \text{ po.}$$

Si l'on incline l'ajutage, le jet décrit une parabole; en nommant α l'angle d'inclinaison qui fait

l'ajut c l'horizon, et h la hauteur à laquelle le jet t élevé verticalement, on a théoriquement i hauteur du jet

$$h \sin. 2\alpha$$

et pour la distance horizontale D à laquelle il parviendra.

$$D = 2h \sin. 2\alpha$$

PNEUMATIQUE.

L'air est un fluide pesant. Cette vérité, soupçonnée même avant Aristote, n'a été véritablement démontrée qu'en 1640, par Galilée, et confirmée un peu plus tard par les expériences de Torricelli et celles de Pascal.

La pression de l'air, comme celle de tous les autres fluides pesans, ne s'exerce pas seulement de haut en bas, elle comprime, dans tous les sens, les surfaces des corps que l'air touche; et comme il résulte des expériences de Pascal que l'air fait équilibre à une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur, équivalente elle-même à une colonne d'eau de 32 pieds, il en résulte que lorsqu'un corps est exposé à l'air, chaque point de sa surface est pressé, comme il le serait par le poids d'une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur.

Problème.

Déterminer approximativement le poids de toute la masse d'air qui environne le globe.

Soit R le rayon moyen de la terre, r la hauteur donnée du filet du mercure auquel la pression de l'atmosphère fait équilibre; π le rapport de la circonférence au diamètre, D la pesanteur spécifique du mercure. On cherchera les volumes de deux *sphères*, dont l'une a pour rayon R+r et l'autre R,

et on retranchera le second volume du premier, ce qui donne $\frac{4\pi(R+r)^3}{3} - \frac{4\pi R^3}{3}$

$$= 4\pi\left(R^2 r + r^3 R + \frac{r^3}{3}\right)$$

On multipliera ce reste par D, et observant que les termes qui contiennent r^2, et, à plus forte raison, r^3, peuvent sans erreur sensible être négligés, on aura pour l'expression très-approchée du poids demandé,

$$4\pi D R^2 r = 12.56 \times 13.56 \times (6366198)^2 \times 0.76$$
$$= 5,236,279,225,196,350,000 \text{ kilogrammes},$$

13.56 étant la pesanteur spécifique du mercure, et 0.76 la hauteur moyenne du baromètre.

La densité des couches atmosphériques décroissant à mesure qu'on s'élève, il est clair que la colonne de mercure devra s'abaisser. Une évaluation grossière montre qu'en s'élevant de 10 mètres $\frac{1}{2}$ le baromètre baisse à peu près d'un millimètre, ou 1 ligne pour 12 toises. Avant de donner des moyens plus exacts de juger de la hauteur d'un lieu par celle de la colonne de mercure dans le tube, nous présenterons le tableau des pressions différentes que supportent une surface de 1 mètre carré, suivant les hauteurs du baromètre, que nous emprunterons à la physique de M. Pouillet.

Tableau des pressions que supporte un mètre carré de surface, suivant les hauteurs du baromètre.

HAUTEUR DU BAROMÈTRE, en millimètres.	PRESSION sur un mètre carré, en kilogrammes.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE, en millimètres.	PRESSION sur un mètre carré, en kilogrammes.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE, en millimètres.	PRESSION sur un mètre carré, en kilogrammes.
mm.	k.	mm.	k.	mm.	k.
500	6793	600	8152	700	9510
510	6929	610	8287	710	9646
520	7065	620	8423	720	9782
530	7201	630	8559	730	9918
540	7336	640	8695	740	10054
550	7472	650	8831	750	10189
560	7608	660	8967	760	10325
570	7744	670	9103	770	10461
580	7880	680	9238	780	10597
590	8016	690	9374	790	10733

On voit que le baromètre étant à 780, une surface de 1 mètre supporte 10597 kilo., et que cette énorme charge se réduit à 9781 kilo., quand le baromètre tombe à 720 : ainsi, la surface entière du corps étant à peu près de 1 mètre carré, nous sommes dans ces circonstances soulagés d'un poids de 815 kilo.

USAGE DU BAROMÈTRE POUR LA MESURE DES HAUTEURS.

Soit x la différence de niveau en mètres entre les deux stations, l la latitude du lieu qu'il n'est pas nécessaire de connaître exactement, H la hauteur du baromètre à la station inférieure, le thermomètre *centigrade à l'air libre* marquant T degrés, h, t les

mêmes choses à la station supérieure, θ la différence de température du baromètre dans les deux stations, on a

$$x = a\,(\log. H - \log. h\,(1 + 0.00008\,\theta))\left[1 + 0.002\,(T + t)\right](1 + a\cos. 2l),$$

le log. de a étant 4.26465 26 et celui de a 3.45287.

Application à l'une des opérations de M. Ramond sur le Puy-de-Dôme.

Baromètres.	Thermom. libres.	Tempér. du barom.	Lat. l
Clermont. $H = 72^{po}.852$	$T = 28^{o}.3$	$24^{o}.7$	45^{o}
Puy-de-D. $h = 70\ .565$	$t = 25^{o}.5$	$27^{o}.8$	$46'$
	$T + t = 53^{o}.5$	$\theta = -3.1$	

Log. $a = \bar{3}.45287$	log. H =	1.86244
Log. cos. $2l = \bar{2}.42746$ —	— 0.00008 θ =	+ 25
$\bar{5}.88033$ —	— log. h =	1.84859
		0.01410
	log. a =	4.26465
	log. 1.1076 =	0.04438
	. . . . log. =	$\bar{2}$.14922
Nombre = 0.000076		
$1 + a$ cos. = 0.999924. . . .	log. =	$\bar{1}$ 99997
	log. x =	2.45822

qui répond à $x = 287^{m}.22$.

On doit à M. *Oltmans* des tables qui n'exigent *point un calcul aussi long* pour arriver au résultat;

nous les donnons ici d'après l'*Annuaire du bureau des longitudes*.

Table pour calculer la hauteur des Montagnes d'après les observations barométriques.

Soit h la hauteur barométrique de la station inférieure exprimée en millimètres ; h' celle de la station supérieure ; T et T' les températures centigrades des baromètres ; t et t' celles de l'air.

On cherche dans la première table le nombre qui correspond à h, appelons-le a ; on cherche de même celui qui correspond à h', désignons-le par la lettre b ; appelons c le nombre généralement très-petit qui, dans la deuxième table, est en face de T—T' ; la hauteur approchée sera $a-b-c$. (Si T—T' était négatif, il faudrait écrire $a-b+c$.) Pour appliquer à cette hauteur approchée la correction dépendante de la température des couches d'air, il suffira de multiplier la *millième partie* de cette hauteur par la double somme 2 ($t+t'$) des thermomètres libres ; la correction sera positive ou négative suivant que $t+t'$ sera lui-même positif ou négatif.

La seconde et dernière correction, celle de la latitude et de la diminution de la pesanteur, s'obtiendra en prenant, dans la troisième table, le nombre qui correspond verticalement à la latitude et horizontalement à la hauteur approchée ; cette correction, qui ne peut jamais surpasser 28 mètres, est toujours additive.

Dans les cas très-rares où la station inférieure serait elle-même très-élevée au-dessus du niveau de la mer, il faudra appliquer au résultat une petite correction dont on trouverait la valeur à l'aide de la table quatrième.

TABLE PREMIÈRE, argument h' et h.

Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres.
	m.		m.		m.
370	418.5	405	1138.3	440	1798.4
371	440.0	406	1157.9	441	1816.5
372	461.5	407	1177.5	442	1834.5
373	482.9	408	1197.1	443	1852.5
374	504.2	409	1216.6	444	1870.4
375	525.4	410	1236.4	445	1888.3
376	546.6	411	1255.0	446	1906.2
377	567.8	412	1274.8	447	1924.0
378	588.9	413	1294.1	448	1941.8
379	609.9	414	1313.3	449	1959.6
380	630.9	415	1332.5	450	1977.3
381	651.8	416	1351.7	451	1994.9
382	672.7	417	1370.8	452	2012.6
383	673.5	418	1389.9	453	2030.2
384	714.3	419	1408 9	454	2047.8
385	735.0	420	1427.9	455	2082.8
386	755.6	421	1446.8	456	2065.3
387	776.2	422	1465.7	457	2100.2
388	796.8	423	1484.6	458	2117.6
389	817.3	424	1503.4	459	2135.0
390	837.8	425	1522.2	460	2152.3
391	858.2	426	1540.8	461	2169.6
392	878.5	427	1559.5	462	2186.9
393	898.8	428	1578.2	463	2204.1
394	919.0	429	1596 8	464	2221.3
395	939.2	430	1615.3	465	2238.4
396	959.3	431	1633.8	466	2255.5
397	979.4	432	1652.2	467	2272.6
398	999.5	433	1670.6	468	2289.6
399	1019.5	434	1679.0	469	2306.6
400	1039.4	435	1707.3	470	2323.6
401	1059.1	436	1725.6	471	2340.5
402	1079.1	437	1743.8	472	2357.4
403	1098.9	438	1762.1	473	2374.2
404	1118.6	439	1780.3	474	2391.1

ersion, de 17 pouces au-dessus du niveau
n suppose d'ailleurs que le corps de cet
de $\frac{4}{10}$ plus pesant que pareil volume
d'eau, et ue le poids spécifique du liége est le $\frac{1}{4}$ de
celui ême liquide.
Le tité cherchée sera 4 livres 9 onces 6 gros
et 16 s, en sorte que 5 à 6 livres de liége se-
raient que suffisantes pour faire flotter un hom-
me à l rface de l'eau.

DE L'ÉCOULEMENT DE L'EAU.

Si sur le vase plein d'eau on perce
un orifice, rtira avec une vitesse v
égale à celle qu' irait acquise en tombant
librement de la hau mprise entre l'orifice
et le niveau de l'eau vase, d'où

$$v = \sqrt{h}$$

Abstraction nce de l'air.

Le niveau d'un réservoir restant constamment de $1^m.224$ au-dessus de l'orifice de sortie, on demande quelle sera la vitesse théorique de l'eau à la sortie du réservoir?

On a $v = 4^m.43 \sqrt{h} = 4^m.43 \sqrt{1.2240} = 4^m.43 \times 1.1 =$ enfin 4.873, ou approximativement $4^m.9$; c'est-à-dire que l'eau parcourrait $4^m.9$ par seconde. C'est au moyen de cette formule qu'on a calculé la table suivante.

Vitesses par seconde, et Hauteurs de chute correspondantes exprimées en mètres.

v	h	v	h	v	h	v	h
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
0.1	0.0005	2.1	0.225	4.1	0.857	6.1	1.897
0.2	0.0020	2.2	0.247	4.2	0.899	6.2	1.960
0.3	0 0046	2.3	0.270	4.3	0 943	6.3	2.023
0 4	0 0082	2.4	0.294	4.4	0.987	6.4	2.088
0.5	0.0127	2.5	0.319	4.5	1.032	6.5	2.154
0.6	0.0184	2.6	0 345	4.6	1.079	6.6	2.221
0.7	0.0250	2.7	0 372	4.7	1.126	6.7	2.288
0.8	0.0326	2.8	0.400	4.8	1.174	6.8	2.357
0.9	0.0413	2.9	0.429	4.9	1.224	6.9	2.427
1.0	0 0510	3.0	0 459	5 0	1.274	7.0	2.498
1.1	0.0617	3.1	0.490	5.1	1.326	7.1	2.570
1.2	0 0734	3.2	0.522	5.2	1.378	7.2	2.643
1.3	0.086	3 3	0.555	5.3	1.432		
1.4	0.100	3.4	0.589	5.4	1.486		
1.5	0.115	3.5	0.624	5.5	1.542		
1.6	0.131	3.6	0 661	5.6	1.599		
1.7	0.147	3.7	0.698	5 7	1.656		
1.8	0.165	3.8	0.736	5.8	1.715		
1.9	0.184	3.9	0.775	5.9	1.774		
2.0	0.204	4.0	0.816	6.0	0.835		

Si S est l'aire de l'orifice, Q la quantité ou volume d'eau écoulé en une seconde, et qu'on appelle la *dépense*, on a

$$Q = S\,v = 4^{m}.43\,S\sqrt{h}\ \text{mètres cubes},$$

l'orifice étant circulaire et d'un diamètre d

$$S = 0.785\,d^{2} \text{ et}$$
$$Q = 3.48\,d^{2}\sqrt{h}\ \text{mètres cubes.}$$

SUITE DE LA TABLE PREMIÈRE.

Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres.	Millm.	Mètres.
	m.		m.	755	6098.0
685	5323.2	720	5720.1	756	6108 6
686	5334.8	721	5731.1	757	6119.1
687	5346.4	722	5742.1	758	6129.6
688	5358.0	723	5753.1	759	6140.1
689	5369.6	724	5764.2	760	6150.6
690	5381.1	725	5775.1	761	6161.1
691	5392.7	726	5786.1	762	6171.5
692	5404.2	727	5797.1	763	6182.0
693	5415.7	728	5808.0	764	6192.4
694	5427.2	729	5819.0	765	6202.8
695	5438.7	730	5829.9	766	6213.2
696	5450.1	731	5840.8	767	6223.6
697	5461.5	732	5851.7	768	6234.0
698	5472.9	733	5862.5	769	6244.4
699	5484.3	734	5873.4	770	6254.7
700	5495.7	735	5884.2	771	6265 8
701	5507.1	736	5895.1	772	6275.4
702	5518.4	737	5905.9	773	6285.7
703	5529.8	738	5916.7	774	6296.0
704	5541.1	739	5927.5	775	6306.2
705	5552.4	740	5938.2	776	6316.5
706	5563.7	741	5949.0	777	6326.7
707	5575.0	742	5959.7	778	6337.0
708	5586.2	743	5970.4	779	6347.2
709	5597.5	744	5981.2	780	6357.4
710	5608.7	745	5991.9	781	6367.6
711	5619 9	746	6002.5	782	6377.8
712	5631.1	747	6013.2	783	6388.0
713	5642.2	748	6023.8	784	6398.2
714	5653.4	749	6034.4	785	6408.3
715	5664.6	750	6045.1	786	6418.5
716	5675 7	751	6055.7	787	6428.6
717	5686.8	752	6066.3	788	6438.7
718	5697.9	753	6076.9	789	6448.8
719	5700.9	754	6087.5	790	6458.9

TABLE DEUXIÈME, Argument. T—T′. Thermomètre centigrade du baromètre.

o.	m.	o.	m.	o.	m.	o.	m.
0.2	0.3	5.2	7.6	10.2	15.0	15.2	22.4
0.4	0.6	5.4	7.9	10.4	15.3	15.4	22.7
0.6	0.9	5.6	8.2	10 6	15.6	15.6	22.9
0.8	1.2	5.8	8.5	10.8	15.9	15.8	23.2
1.0	1.5	6.0	8 8	11 0	16.2	16.0	23.5
1.2	1.8	6.2	9.1	11.2	16.5	16.2	23.8
1.4	2.1	6.4	9.4	11.4	16.8	16.4	24.1
1.6	2.3	6.6	9.7	11.6	17.1	16.6	24.4
1.8	2.6	6.8	10.0	11.8	17.4	16.8	24.7
2.0	2.9	7.0	10.3	12.0	17.6	17.0	25.0
2.2	3.2	7.2	10.6	12.2	17.9	17.2	25.3
2.4	3.5	7.4	10.9	12.4	18.2	17.4	25.6
2.6	3.8	7.6	11.2	12.6	18.5	17.6	25.9
2.8	4.1	7.8	11.5	12.8	18.8	17.8	26.2
3.0	4.4	8.0	11.8	13.0	19.1	18.0	26.5
3.2	4.7	8.2	12.1	13.2	19.4	18.2	26 8
3.4	5.0	8 4	12.4	13.4	19.7	18.4	27.1
3.6	5.3	8 6	12.6	13.6	20.0	18.6	27.4
3.8	5.6	8.8	12.9	13.8	20.3	18 8	27.7
4.0	5.9	9 0	13.2	14.0	20.6	19.0	28.0
4.2	6.2	9.2	13.5	14.2	20.9	19.2	28.2
4.4	6.5	9 4	13.8	14.4	21.2	19.4	28.5
4.6	6 8	9.6	14.1	14.6	21.5	19.6	28.8
4.8	7.1	9.8	14.4	14.8	21.8	19.8	29.1
5.0	7.4	10.0	14.7	15.0	22.1		

Pour avoir la correction due à la température de l'air, multipliez la millième partie de la différence des nombres correspondans à h' et h par la double somme des thermomètres centigrades libres. Cette correction a le même signe que la somme de ces thermomètres.

On prend la somme ou la différence des nombres correspondons à h' et T — T′, selon que T — T′ est positif ou négatif.

TABLE TROISIÈME. Argument. Latitude sexagésimale du lieu (correction toujours additive).

HAUTEUR approch.	0°	5°	10°	15°	20°	25°
	m.	m.	m.	m.	m.	m.
200	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0
400	2.4	2.4	2.4	2.2	2.0	2.0
600	3.4	3.4	3.4	3.2	3.0	2.8
800	4.5	4.5	4.5	4.3	4.1	3.8
1000	5.7	5.7	5.7	5.5	5.1	4.8
1200	7.0	7.0	6.8	6.4	6.0	5.8
1400	8.2	8.2	8.0	7.6	7.1	6.7
1600	9.2	9.2	9.0	8.8	8.2	7.6
1800	10 4	10.4	10.2	9.8	9.4	8.6
2000	11.6	11.5	11.3	11.0	10.4	9.6
2200	12.8	12.6	12.6	12.1	11.4	10.6
2400	14.0	14.0	13.8	13.3	12.5	11.6
2600	15.2	15.2	15.0	14.4	13.6	12.6
2800	16.6	16.5	16.4	15.6	14.8	13.6
3000	17.9	17.7	17.6	16.8	15.8	14.6
3200	19.1	18.9	18.7	18.0	17.0	15 7
3400	20.5	20.3	20.1	19.3	18.4	17.9
3600	21.8	21.7	21.4	20.4	19.6	18.0
3800	23.1	22.9	22.6	21.6	20.6	19.1
4000	24.6	24.4	24.0	22.9	21.9	20.3
4200	25.9	25.7	25.3	24.3	23 0	21.6
4400	27.5	27.3	26.8	25.8	24.3	23.0
4600	28.9	28.7	28.2	27.1	25.6	24.3
4800	30.4	30.2	29.6	28.4	27.0	25.5
5000	31.8	31.6	30.9	29.8	28.4	26.7
5200	33.0	32.8	32.1	31.0	29.7	28.0
5400	34.3	34.1	33.5	32.4	30.8	29.2
5600	35.7	35.5	34.8	33.7	32.1	30.2
5800	38.1	36.9	36.1	35.0	33.2	31 3
6000	38.5	38.3	37.5	36.3	34.3	32.3

Suite de la Table troisième.

HAUTEUR approch.	30°	35°	40°	45°	50°	55°
	m.	m.	m.	m.	m.	m.
200	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4
400	1.8	1.7	1.4	1.2	1.0	0.8
600	2.6	2.4	2.0	1.8	1.6	1.2
800	3.5	3.2	2.8	2.4	2.0	1.7
1000	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.2
1200	5.1	4.6	4.2	3.6	3.1	2.6
1400	6.1	5.4	4.8	4.2	3.6	3.0
1600	7.0	6.2	5.6	4.8	4.1	3.4
1800	8.0	7.0	6.3	5.4	4.6	3.8
2000	8.8	7.8	7.0	6.0	5.1	4.2
2200	9.7	8.6	7.6	6.6	5.6	4.6
2400	10.6	9.4	8.4	7.2	6.1	5.1
2600	11.6	10.5	9.2	8.0	6.8	5.6
2800	12.6	11.4	10 0	8.8	7.4	6.2
3000	13.6	12.2	10.8	9.4	8.0	6.6
3200	14.6	13.1	11.5	10.1	8.6	7.0
3400	15.7	14.1	12.4	10.9	9.2	7.7
3600	16.7	15.0	13.4	11.6	9.8	8.2
3800	17.7	15.9	14.3	12.4	10.5	8.7
4000	18.7	17.0	15.1	13.1	11.2	9.4
4200	19.9	18.0	15.9	14.0	12.0	10.1
4400	21.1	19.1	16.9	15.0	12.9	10.8
4600	22.3	20 3	18.0	15.9	13.6	11.5
4800	23.4	21.3	19.0	16.7	14.3	12.1
5000	24.6	22.3	19.9	17.4	15.0	12.7
5200	25.7	23.3	20.8	18.2	15.7	13.3
5400	26.7	24.3	21.7	19.1	16.4	13.9
5600	27.8	25.3	22.6	19.9	17.2	14.5
5800	28.9	26.3	23.6	20.7	17.8	15.1
6000	30.0	27.3	24.6	21.5	18.5	15.7

TABLE Q[illegible]RIÈME, correction pour 1000m. de haut

h	Mètres.	h	Mètres.
400	1.71	600	0.63
450	1.39	650	0.42
500	1.11	700	0.22
550	0.86	750	0.03

Soit, par exemple, à la station inférieure, h = 600 millimètres; la différence de niveau = 1500m., vous aurez... 1000 : 0.63 = 1500 : 0m.95, et la différence de niveau corrigée = 1500m.9. Cette correction est toujours additive.

TYPE DU CALCUL.

Hauteur de Guanaxuato, observée par M. de Humboldt. Latitude=21°. A la station supérieure, hauteur du baromètre 600mm.95 = h'; thermomètre du baromètre + 21°.3 = T'; thermomètre libre + 21°.3 = t'. Au bord de la mer, hauteur du baromètre 763mm.15 = h; thermomètre du baromètre + 25°.3 = T; thermomètre libre + 25°.3 = t.

Table 1re.	donne pour 763mm.15....	6183m.5..	a
	pour 600 .95....	4280 .7..	b
	pour T—T'=4°.	5 .6..	e
$a-b-c$ ou hauteur approchée.....		1896 .9	
1re. correction = $\frac{1897}{1000} \times 2(t+t')$		+ 176 .9	
Somme.....		2073 .7	
2e. corr., table IIIe. donne pour 2073 et 21°.....		+ 10 .6	
Hauteur.....		=2084m.3	

Problème.

On demande s'il est possible de produire un vide parfait sous le récipient d'une machine pneumatique.

Que V représente le volume du récipient et ν celui du corps de pompe. Lorsque le piston s'élèvera, l'air du récipient, en vertu de sa force élastique, se répandra dans le corps de pompe, et occupera par conséquent l'espace total $V + \nu$. Il entrera donc dans le corps de pompe une portion de sa masse représentée par $\frac{\nu}{V+\nu}$, et cette portion ne rentrera jamais dans le récipient. Si l'on désigne par 1 la quantité d'air qui s'y trouvait d'abord, on voit qu'après le premier coup de piston elle se trouvera réduite à $1 - \frac{\nu}{V+\nu} = \frac{V}{V+\nu}$. Après le second coup de piston, elle ne sera plus que $\frac{V}{V+\nu}$ de ce qu'elle était après le premier, c'est-à-dire qu'elle sera $\left(\frac{V}{V+\nu}\right)^2$. En continuant à raisonner ainsi, on voit qu'après

1 2 3 4 n

coups de piston, les quantités enlevées sont

$$\frac{\nu}{V+\nu}, \frac{\nu V}{(V+\nu)^2}, \frac{\nu V^2}{(\nu+V)^3}, \frac{\nu V^3}{(\nu+V)^4}, \frac{\nu V^{n-1}}{(\nu+V)^n},$$

et qu'il reste successivement dans la machine les fractions de ce volume exprimées par

$$\frac{V}{V+\nu} \quad \frac{V^2}{(V+\nu)^2} \quad \frac{V^3}{(V+\nu)^3} \quad \frac{V4}{(V+\nu)^4} \quad \frac{V^n}{(V+\nu)^n}.$$

Il n'est pas point possible d'obtenir un vide parfait, quelque soit le nombre n des coups de piston, puisque la fraction $\frac{V^n}{(V+v)^n}$, qui représente la quantité d'air restante, ne peut jamais devenir nulle, bien qu'elle aille toujours en s'affaiblissant à mesure que n augmente. Si l'on demandait :

Problème.

Quelle est la quantité d'air extraite après n coups de piston?

Il est clair qu'il faut trouver la somme S des termes d'une progression par quotient, dont le premier ter

La raison $\frac{V}{V+v}$ et le premier terme $\frac{v\,V^{n-1}}{(V+v)^n}$, on obtiendrait (*Voy.* au dictionnaire à la fin du volume le mot *progression*.)

$$S = 1 - \frac{V^n}{(V+v)^n}.$$

Problème.

Le rapport entre la capacité d'un des deux corps de pompe d'une machine pneumatique, et un ballon dans lequel on veut faire le vide, est 5 : 12 : Le ballon contient $5^{\text{litres}}.35$ d'air; on demande combien il restera d'air, après huit coups de piston, et l'on demande aussi les quantités extraites, et les restes, après le premier, le deuxième, le troisième coup *de piston? Nos* formules donnent, =

Coups de piston.	Quantités extraites en litre.	Restes en litre.
1er.....	1.573	2.---6
2e.....	1.111	2.666
3e.....	0.784	1.882
4e.....	0.553	1.328
5e.....	0.391	0.938
6e.....	0.276	0.662
7e.....	0.195	0.467
8e.....	0.137	0.330

il reste donc, après huit coups de piston, 0.330.

Quelle que soit la température, pourvu qu'elle soit constante, l'expérience démontre que, si l'on soumet une même masse d'air ou de gaz secs à des pressions diverses et successives, les volumes qu'elle occupe sont toujours réciproques aux pressions.

Soit donc p la pression initiale, V le volume pour cette pression, p' une nouvelle pression, V' le volume correspondant, p'' une troisième, V'' le volume correspondant, on aura

$$V' = \frac{V\,p}{p'},\quad V'' = \frac{V'\,p'}{p''}.$$

Le volume v d'un gaz, sous la pression ϖ, deviendrait à la pression moyenne de 0.76 $= \dfrac{v\,\varpi}{0.76}$

Les densités des gaz sont proportionnelles aux pressions qu'ils supportent.

Sous une seule pression atmosphérique la densité de l'air étant à peu près la 770e. partie de la densité de l'eau, il en résulte que sous une pression de 770 atmosphères, l'air est aussi dense que l'eau. Ainsi, au fond de la mer, à une profondeur de 770 fois 32 pieds, ou de 24.640 pieds, qui font à peu *près deux lieues, l'air serait* plus pesant que l'eau,

et, qu[illegible] l'état gazeux, il ne pourrait point s'éle-
ver po[illegible]ir à la surface.

DILATATION.

Tous les corps se dilatent quand la température s'élève, et se condensent quand elle s'abaisse.

La dilatation est linéaire, superficielle ou cubique, selon que l'on considère la longueur, la surface ou le volume du corps qui y est soumis : δ étant la dilatation linéaire, D la dilatation superficielle, et Δ la dilatation cubique, on a ces relations approchées :

$$\Delta = 3\,\delta \qquad D = 2\,\delta.$$

Dans un même corps solide, la dilatation linéaire paraît être proportionnelle au nombre des degrés du thermomètre, comptés depuis o jusqu'à 100°.

Cette dilatation varie d'ailleurs pour chaque corps. On doit à MM. Laplace et Lavoisier une table de ces dilatations pour les corps les plus employés dans les arts.

δ étant la dilatation linéaire du corps par degré centésimal, le 1000e du nombre de la table, ou le 80e, si l'on se sert du thermomètre dit de Réaumur ;

t le nombre de degrés, l la longueur à o, l' celle du corps dilaté, S la surface à o, S' la surface après la dilatation, V le volume à o, V' le volume du corps dilaté.

On a assez exactement pour la pratique

$$V' = V\,(1 \pm 3\,\delta\,t)$$
$$S' = S\,(1 \pm 2\,\delta\,t)$$
$$l' = l\,(1 \pm \delta\,t).$$

On se sert du signe supérieur ou inférieur selon *qu'il y a* augmentation ou diminution de chaleur.

Ces formules exigent qu'on connaisse les dimen-

sions à 0; mais si l'on voulait connaître une dimension $V''\ S''\ l''$, à la température t'', au moyen d'un $V'\ S'\ l'$, à la température t', sans passer par les dimension à une autre, on se servirait de

$$V'' = \frac{V'\ (1 + 3\,\delta\,t'')}{1 + 3\,\delta\,t'}$$

$$S'' = \frac{S'\ (1 + 2\,\delta\,t'')}{1 + 2\,\delta\,t'}$$

$$l'' = \frac{l'\ (1 + t'')}{1 + \delta\,t'}.$$

Table des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances, depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition, d'après MM. LAPLACE *et* LAVOISIER.

Noms des substances.	Dilatations en décimales.	Dilatations en fractions vulgaires.
Acier non trempé	0,0010791	$\frac{1}{927}$
Argent de coupelle . . .	0,0019097	$\frac{1}{523}$
Cuivre.	0,0017173	$\frac{1}{582}$
Cuivre jaune ou laiton. .	0,0018782	$\frac{1}{533}$
Etain de Falmouth. . . .	0,0021730	$\frac{1}{460}$
Fer doux forgé.	0,0012205	$\frac{1}{819}$
Fer rond passé à la filière.	0,0012350	$\frac{1}{812}$
Flint-glass anglais. . . .	0,0008117	$\frac{1}{1248}$
Or de départ.	0,0014661	$\frac{1}{682}$
Or au titre de Paris. . .	0,0015515	$\frac{1}{645}$
Platine.	0,0008565	$\frac{1}{1167}$
Plomb.	0,0028484	$\frac{1}{351}$
Verre de *Saint-Gobain*. .	0,0008909	$\frac{1}{1122}$

Le cure se dilate, en volume, depuis zéro jusqu' au bouillante de. .	0,018018	$= \frac{100}{5550}$
L'eau de.	0,0433	$= \frac{1}{21}$
L'alcool de.	0,1160	$= \frac{2}{9}$
Tous les gaz de.	0,375	$= \frac{100}{267}$

Problème.

Quelle devrait être la longueur d'une barre de fer pour qu'une élévation de température de 25 degrés l'augmentât seulement d'un pouce, sachant d'ailleurs que la dilatation linéaire du fer est $\frac{1}{81937}$ par degré ?

Notre formule devient, à cause de la condition $L' = L + 1$,

$$L + 1 = L\left(1 + \frac{25^\circ \times 1}{81937}\right), \text{ d'où}$$

$$L = \frac{81937}{25} = 3277 \text{ p}^{\text{o}}.5, \text{ environ } 273 \text{ pieds.}$$

Si l'on avait demandé la longueur initiale pour une augmentation d'un pouce, en élevant la température de 0 à 100 degrés, on eût trouvé $\frac{3277}{4} = 819$; et effet, $\frac{1}{819}$ est la dilatation de la congélation à la température de l'eau bouillante.

Problème.

Une conduite en tuyaux de fonte a 100 mètres de longueur, lorsque la température est de 20 degrés, on demande ce qu'elle deviendra à 15° au-dessous de zéro?

On a $l' = l(1 - \delta t) = 1000(1 - 35 \times 0.0000107915)$ $= 1000(1 - 0.000377025) = 1000 - 0.377025$ $= 999^{\text{m}}.622975$. La contraction serait donc d'environ 4 décimètres.

Problème.

***Un ballon* de verre contient 10 litres à la tempé-**

rature 0, on demande quelle sera sa capacité à 25 degrés ?

$$V' = V = (1 + 3\delta t) = 10\,(1 + 3 \times 25 \times 0.0000089694 = 10\,(1 + 00.0006727050) = 10.006727.$$

Le ballon contiendra donc près de 7 centimètres cubes de plus qu'à la glace fondante.

Problème.

Que deviendra à 45° un volume de 35litres.55 d'air à 0 ?

$$V' = V\,(1 + \Delta t) = 35.55\,(1 + 45 \times 0.00375) = 35.55 + 5.999 = 41.549.$$

On fait observer que Δ représente ici la dilatation cubique telle qu'elle est donnée dans la table.

Problème.

Quel serait à 0 un volume de gaz de 153litres.27 pris à 36° 5 ?

$$V'' = \frac{V'\,(1 + \Delta t'')}{1 + \Delta t'} = \frac{153.27\,(1 + 0)}{1 + 0.00375 \times 36.5} = \frac{153.27}{113.6875} = 134.815.$$

Problème.

Ramener à 36° 25 le volume 83litres.547 pris à 0° 23.

La même formule donnerait 91litres.083.

Pour comprendre à la fois les variations de chaleur et de pression dans la même formule, soient v et v' les volumes d'un gaz sec aux températures centigrades respectives t, t', et sous les pressions p, p'; les pressions étant mesurées par les colonnes de mercure du baromètre, on a

$$v\,(1 + 0.00375\,t') = p'\,v'\,(1 + 0.00375\,t).$$

SUITE DE LA TABLE PREMIÈRE.

Millim.	Mètres.	Millim.	Mètres.	Millm.	Mètres.
	m.		m.	755	6098.0
685	5323.2	720	5720.1	756	6108 6
686	5334.8	721	5731.1	757	6119.1
687	5346.4	722	5742.1	758	6129.6
688	5358.0	723	5753.1	759	6140.1
689	5369.6	724	5764.2	760	6150.6
690	5381.1	725	5775.1	761	6161.1
691	5392.7	726	5786.1	762	6171.5
692	5404.2	727	5797.1	763	6182.0
693	5415.7	728	5808.0	764	6192.4
694	5427.2	729	5819.0	765	6202.8
695	5438.7	730	5829.9	766	6213.2
696	5450.1	731	5840.8	767	6223.6
697	5461.5	732	5851.7	768	6234.0
698	5472.9	733	5862.5	769	6244.4
699	5484.3	734	5873.4	770	6254.7
700	5495.7	735	5884.2	771	6265 8
701	5507.1	736	5895.1	772	6275.4
702	5518.4	737	5905.9	773	6285.7
703	5529.8	738	5916.7	774	6296.0
704	5541.1	739	5927.5	775	6306.2
705	5552.4	740	5938.2	776	6316.5
706	5563.7	741	5949.0	777	6326.7
707	5575.0	742	5959.7	778	6337.0
708	5586.2	743	5970.4	779	6347.2
709	5597.5	744	5981.2	780	6357.4
710	5608.7	745	5991.9	781	6367.6
711	5619 9	746	6002.5	782	6377.8
712	5631.1	747	6013.2	783	6388.0
713	5642.2	748	6023.8	784	6398.2
714	5653.4	749	6034.4	785	6408.3
715	5664.6	750	6045.1	786	6418.5
716	5675 7	751	6055.7	787	6428.6
717	5686.8	752	6066.3	788	6438.7
718	5697.9	753	6076.9	789	6448.8
719	5700.9	754	6087.5	790	6458.9

de l'appareil, on détermine par le calcul la quantité de mercure qu'il faut mettre dans le vase pour que le centre d'oscillation du système ne monte ni ne descende quand la température varie.

Soit C D $= l$, la hauteur inconnue du mercure $= y$, le centre de gravité du cylindre de mercure se trouvera toujours au milieu de sa hauteur, c'est-à-dire à une distance du fond du vase $= \frac{y}{2}$. La distance de ce point à l'axe de suspension C sera donc $l - \frac{y}{2}$, que nous nommerons L. C'est cette expression qu'il faut rendre constante, en faisant entrer dans le calcul les dilatations des diverses matières.

r étant le rayon du cylindre de mercure à la température initiale, on aura pour son volume v

$$v = \pi r^2 y$$

a t degrés, le rayon r du vase deviendra $r(1 + k t)$, k étant la dilatation linéaire du verre, mais y variera aussi et deviendra, par exemple y'; en même temps le volume v du mercure deviendra $v(1 + k'' t)$, k'' désignant la dilatation *cubique* du mercure, de sorte que l'on aura

$$v(1 + k'' t) = \pi r^2 (1 + k t)^2 y'$$

divisant cette équation par la précédente, on a

$$\frac{v(1 + k'' t)}{v} = \frac{\pi r^2 (1 + k t)^2 y'}{\pi r^2 y}, \quad \text{d'où}$$

$$y' = y \frac{(1 + k'' t)}{(1 + k t)^2}.$$

$=$ la hauteur du mercure dans le vase après le changement de température; mais k'' et k étant des fractions extrêmement petites, on peut en négliger les carrés et les *produits* pour ne conserver que les *premières puissances*, cette expression devient

$$y' = y + y\,(k'' - 2k)\,t.$$

Cela posé, reprenons l'équation

$$L = l - \frac{y}{2}.$$

La température s'élevant de t degrés, sa nouvelle valeur L' deviendra, à cause de la dilatation,

$$L' = l - \frac{y}{2} + \left[l\,k - \frac{y}{2}\,(k'' - 2k) \right] t;$$

mais puisque le problème exige que cette valeur soit égale à la première, il faut égaler à o le terme variable affecté de t, et chercher, d'après cette condition, la valeur de y; on a donc

$$\left[l\,k - \frac{y}{2}\,(k'' - 2k) \right] t = 0, \text{ d'où}$$

$$2\,l\,k - y\,(k'' - 2k) = 0, \text{ d'où enfin}$$

$$y = l\,\frac{2k}{k'' - k}.$$

La dilatation linéaire du verre, ou k, est 0.000008572, la dilatation cubique du mercure, ou $k'' = 0.000184775$; en substituant ces nombres dans la formule, on trouve

$$y = \frac{l}{9.55}$$

d'où l'on voit que la longueur du cylindre de mercure doit être à très-peu de chose près le $\frac{1}{10}$ de la longueur totale de l'appareil.

Problème.

Quelles doivent être les longueurs des tringles de cuivre et de fer d'un pendule composé de quatre

châssis assemblés, comme le représente la figure, pour que la longueur G S du pendule demeure constante, malgré les changemens de température?

Appelons L la longueur G S; $l = A C = B D$ = longueur des tringles extérieures en fer; $l' = A' C' = B' D'$ = longueur des tringles intérieures; $\lambda = A C = b d$ = longueur des tringles de cuivre, et $\lambda' = a' c' = b' d'$ = longueur des tringles intérieures de cuivre; S F = a, T G = T = la verge du pendule fixée au point T, mais glissant à frottement à travers C D et c' d' F = dilatation du fer C celle du cuivre.

De la seule inspection de la figure on déduit cette équation :

$$L = a + l + l' + T - \lambda - \lambda'.$$

Pour t degrés on aura la nouvelle valeur

$$L' = a + l + l' + T - \lambda - \lambda' + \left[(a + l + l' + T) F - (\lambda + \lambda') C \right] t.$$

De sorte que, pour l'immobilité du centre de gravité, il faut de même que dans le problème précédent poser la condition

$$(a + l + l' + T) F - (\lambda + \lambda') C = 0;$$

mais notre première équation donne

$$a + l + l' + T = L + \lambda + \lambda'.$$

En substituant cette valeur dans la dernière, il vient

$$(L + \lambda + \lambda') F - (\lambda + \lambda) C = 0,$$

d'où

$$(\lambda + \lambda') C - F) = LF,$$

d'où enfin

$$\lambda + \lambda' = \frac{L F}{C - F}$$

Mais la dilatation du cuivre est à celle du fer, à très-peu près, comme 5 est à 3; on a donc

$$\lambda + \lambda = \frac{L\,3}{5-3} = \frac{3}{2}\,L,$$

c'est-à-dire que pour que la compensation soit établie, il faudra donner dans le système actuel à la somme des tringles de cuivre une valeur égale à trois fois la demi-longueur de l'appareil.

En général, *pour qu'il y ait compensation*, il faut que si l'on compare la somme des longueurs des branches verticales de l'un des métaux, à la somme des longueurs de l'autre métal, ces nombres soient entre eux en raison inverse des dilatations linéaires respectives.

APPLICATION CURIEUSE DE LA DILATATION DES SOLIDES.

Il y a quelques années, au Conservatoire des arts et métiers, on s'aperçut que les deux murailles latérales d'une galerie s'écartaient l'une de l'autre, et tendaient ainsi à se renverser en dehors par l'effet du poids des planchers qu'elles supportaient. On perça de part et d'autre, dans ces murailles, des trous opposés également espacés, et l'on y introduisit de fortes barres de fer terminées par des vis que l'on serra en dehors avec de gros boulons. Cela suffisait pour retenir les murs, mais non pour les rapprocher, et aucune force humaine n'y aurait suffi. On imagina d'échauffer avec des lampes la moitié du nombre des barres, de deux une; alors celles-ci s'allongèrent davantage; leurs boulons, ne touchant plus contre le mur, ne se trouvèrent plus serrés : on put les tourner facilement; cela fait, on ôta les lampes. Les barres, en se refroidissant, se contractèrent et ramenèrent avec elles les murs opposés. Par l'effet de ce rapprochement, les autres barres qui n'avaient pas été chauffées se trouvèrent trop longues, et l'on put serrer leurs boulons. Alors on recommença de nouveau à échauffer les premières barres, ce qui *permit de rapprocher* les murs un peu davantage;

et, d'expérience en expérience, on aurait pu, si on l'avait voulu, les renverser en dedans par un mouvement contraire à celui que la pesanteur du plafond tendait d'abord à leur imprimer.

L'auteur de cette invention ingénieuse est M. Molard. (*Physique de Biot*, tome 1^er^., page 181.)

ACOUSTIQUE.

Le son est le résultat de certains mouvemens vibratoires produits dans les corps susceptibles de ces mouvemens. Ces vibrations sont communiquées à l'air, et de l'air à l'oreille.

Le son ne se transmet point dans le vide.

Plus ou moins les vibrations du corps sonore sont rapides, plus le son est aigu ou grave, et les limites de cette rapidité sont 32 et 8200 vibrations par seconde; le son produit par 8200 vibrations par seconde n'est même plus appréciable; l'autre est donné par un tuyau d'orgue de 32 pieds de longueur, ouvert à son extrémité. Un son fort ou faible parcourt 337^m^ 118. par seconde. (Quand on n'a pas besoin d'une grande exactitude, on prend 340 mètres en nombres ronds pour la vitesse du son). Cette vitesse est la même à toutes les hauteurs de l'atmosphère qu'au niveau de la mer, la température étant supposée constante, mais elle est beaucoup plus grande dans les solides et dans les liquides que dans les gaz.

Problème.

Un observateur, situé à une certaine distance d'un édifice propre à produire un écho, a remarqué un chasseur placé entre lui et le même édifice. Le chasseur fait feu, et il s'écoule trois secondes entre cet instant et celui où il entend l'explosion; quatre secondes plus tard, il entend le coup répété une seconde *fois. A quelle distance* de l'observateur se *trouvent le chasseur* et l'édifice?

Le [illegible] rcourt 340 mètres par seconde. Le chasseur [illegible] nc à $3 \times 340 = 1020$; mais en même temps que le son parvient à l'observateur, il s'avance vers l'édifice avec la même vitesse, le frappe, et dans l'exemple actuel il est déjà sur le retour lorsque l'explosion frappe pour la première fois son oreille. Il a donc mis, en effet, $4 \times 3 = 7''$ à lui parvenir, c'est-à-dire qu'il a parcouru 2380m. Or, 2380 — 1020 = 1360, la moitié de ce nombre = 680 sera la distance du chasseur à l'édifice, et 1020 + 680 = 1.700m. sera celle de l'observateur à l'édifice.

Si v est la vitesse du son dans un liquide, g la gravité, c la diminution de volume que subit le liquide par la compression d'un mètre du même liquide, on a

$$v = \frac{\sqrt{g}}{c}$$

Problème.

La diminution de volume pour l'eau pure ou c est égale à 0.00000421. Quelle est la vitesse du son b dans ce liquide?

$v = \frac{\sqrt{g}}{c}$ devient $= \frac{\sqrt{9^{m}.8088}}{0.00000421} = 1525^{m}.8.$

Cette vitesse est donc à peu près $4\frac{1}{2}$ plus grande que dans l'air.

Pour l'eau de mer on trouverait $4\frac{7}{10}$, pour le laiton $10\frac{1}{2}$, celle de l'air étant toujours prise pour unité.

VIBRATIONS DES CORDES.

Soit une corde cylindrique de rayon r, de longueur l, tendue par un poids P attaché à une de ses extrémités, δ ce que pèse l'unité de volume de la matière qui la compose, π la demi-conférence dont le rayon est 1, N le nombre de vibrations faites

par la corde, dans un temps donné T ; soit enfin, g la gravité, V le volume de la corde, p son poids, on a

$$V = \pi r^2 l \qquad p = \pi r^2 l \delta$$

$$T = N r l \sqrt{\frac{\pi \delta}{g P}} \qquad N = \frac{T \sqrt{g P}}{r l \sqrt{\pi \delta}} ;$$

Si $T = 1''$, on a

$$N = \frac{\sqrt{g P}}{r l \sqrt{\pi \delta}} ;$$

Si n n' sont les nombres de vibrations de deux cordes, égales, tendues par des poids P P', ou de longueurs différentes $l l'$, on a

$$\frac{n}{n'} = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{P'}} = \frac{l'}{l} .$$

Problème.

On demande de déterminer le nombre de vibrations pour tous les sons de la gamme naturelle majeure, en regardant comme son fondamental celui que rend une corde vibrant dans toute sa longueur, et sachant que les longueurs des cordes correspondantes à ces sons

	Ut	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut,	sont
$l =$	1	$\frac{8}{6}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$	

$$N = \frac{\sqrt{g P}}{r l \sqrt{\pi \delta}}$$

devient *pour re*, l étant l'unité,

$$N = \frac{\sqrt{g P}}{r \frac{8}{9} l \sqrt{\pi \delta}} = \frac{9 \sqrt{g P}}{8 r l \sqrt{\pi \delta}},$$

pour *mi* $N = \frac{5 \sqrt{g P}}{4 r l \sqrt{\pi \delta}}$;

pour *fa* $N = \frac{4 \sqrt{g P}}{3 r l \sqrt{\pi \delta}}$,

et ainsi de suite, d'où l'on voit qu'en faisant

$$\frac{\sqrt{g P}}{r l \sqrt{\pi \delta}} = 1,$$

on aura pour les vibrations correspondantes

$$1 \quad \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2.$$

Observation.

On voit que l'octave est donnée par la moitié de la longueur de la corde : il n'y a donc rien de plus facile que de prolonger ces séries autant qu'on le voudra. Les octaves aiguës du *re*, par exemple, seraient rendues par des longueurs $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ etc. . . de celle qui donne ce *re*, qui est elle-même les $\frac{8}{9}$ de la corde totale, on aurait donc

$$\frac{8}{9} \times \frac{1}{2}, \quad \frac{8}{9} \times \frac{1}{4}, \quad \frac{8}{9} \times \frac{1}{8} = \frac{4}{9}, \frac{2}{9}, \frac{1}{9}$$

les longueurs de $\overset{1}{re}\ \overset{2}{re}\ \overset{3}{re}$, et le nombre de
ıtions correspondantes serait $\frac{9}{4}$, $\frac{9}{2}$, 9...

Problème.

ı appelle *intervalle* de deux sons le rapport des
bres de vibrations relatives à ces deux sons.
lemande de trouver les *intervalles* des tons suc-
fs de la gamme ci-dessus.

ıura de *ut* à *re* $\frac{9}{8} = \frac{9}{8}$,

de *re* à *mi* $\frac{\frac{5}{4}}{\frac{9}{8}} = \frac{40}{36} = \frac{10}{9}$,

de *mi* à *fa* $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{4}{5}} = \frac{16}{15}$,

ın formerait la série suivante :

	Tons mineurs.	Tons majeurs.	Semi-tons majeurs.
De *ut* à *re*.		$\frac{9}{8}$	
re à *mi*	$\frac{10}{15}$		
mi à *fa*.		....	$\frac{16}{15}$
fa à *sol*.		$\frac{9}{8}$	
sol à *la*	$\frac{10}{9}$		
la à *si*.		$\frac{9}{8}$	
si à *ut*.		....	$\frac{16}{15}$

$$N = \frac{\sqrt{g P}}{r \frac{5}{9} l \sqrt{\pi \delta}} = \frac{9 \sqrt{g P}}{8 r l \sqrt{\pi \delta}},$$

pour *mi* $N = \frac{5 \sqrt{g P}}{4 r l \sqrt{\pi \delta}}$;

pour *fa* $N = \frac{4 \sqrt{g P}}{3 r l \sqrt{\pi \delta}}$,

et ainsi de suite, d'où l'on voit qu'en faisant

$$\frac{\sqrt{g P}}{r l \sqrt{\pi \delta}} = 1,$$

on aura pour les vibrations correspondantes

$$1 \quad \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2.$$

Observation.

On voit que l'octave est donnée par la moitié de la longueur de la corde : il n'y a donc rien de plus facile que de prolonger ces séries autant qu'on le voudra. Les octaves aiguës du *re*, par exemple, seraient rendues par des longueurs $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ etc. . . de celle qui donne ce *re*, qui est elle-même les $\frac{8}{9}$ de la corde totale, on aurait donc

$$\frac{8}{9} \times \frac{1}{2}, \quad \frac{8}{9} \times \frac{1}{4}, \quad \frac{8}{9} \times \frac{1}{8} = \frac{4}{9}, \frac{2}{9}, \frac{1}{9}$$

es longueurs de $\overset{1}{re}\ \overset{2}{re}\ \overset{3}{re}$, et le nombre de ons correspondantes serait $\frac{9}{4}$, $\frac{9}{2}$, 9...

Problème.

ıppelle *intervalle* de deux sons le rapport des es de vibrations relatives à ces deux sons. mande de trouver les *intervalles* des tons suc- de la gamme ci-dessus.

ra de *ut* à *re* $\frac{9}{8} = \frac{9}{8}$,

de *re* à *mi* $\frac{\frac{5}{4}}{\frac{9}{8}} = \frac{40}{36} = \frac{10}{9}$,

de *mi* à *fa* $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{4}{5}} = \frac{16}{15}$,

formerait la série suivante :

Tons mineurs.	Tons majeurs.	Semi-tons majeurs.
De *ut* à *re*.	$\frac{9}{8}$	
re à *mi* $\frac{10}{15}$		
mi à *fa*.	....	$\frac{16}{15}$
fa à *sol*.	$\frac{9}{8}$	
sol à *la* $\frac{10}{9}$		
la à *si*.	$\frac{9}{8}$	
si à *ut*.	....	$\frac{16}{15}$

On voit donc qu'on appelle ton majeur l'intervalle $\frac{9}{8}$, et ton mineur celui $\frac{10}{9}$.

Problème.

Une note est diésée ou bémolisée lorsque sa valeur primitive (le nombre de vibrations) est multipliée par $\frac{25}{24}$ ou $\frac{24}{25}$. On demande le nombre de vibrations correspondant à toutes les notes diésées ou bémolisées de la gamme.

On trouve, pour le nombre de vibrations, *ut* étant toujours l'unité :

Notes			Vibrations.
Ut	$=$	1	1
Ut dièse	$=$		$\frac{25}{24}$
Re bémol	$=$	$\frac{9}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{216}{200} =$	$\frac{27}{25}$
Re	$=$		$\frac{9}{8}$
Re dièse	$=$	$\frac{9}{8} \times \frac{25}{24} = \frac{225}{192} =$	$\frac{75}{64}$
Mi bémol	$=$	$\frac{5}{4} \times \frac{24}{25} = \frac{120}{100} =$	$\frac{6}{5}$
Mi	$=$		$\frac{5}{4}$
Mi dièse	$=$	$\frac{5}{4} \times \frac{25}{24} =$	$\frac{125}{96}$
Fa bémol	$=$	$\frac{4}{3} \times \frac{24}{25} = \frac{96}{75} =$	$\frac{32}{25}$
Fa	$=$		$\frac{4}{3}$

Fa dièse	$= \frac{4}{3} \times \frac{25}{24} = \frac{100}{72} =$		$\frac{25}{18}$
Sol bémol	$= \frac{3}{2} \times \frac{24}{25} = \frac{72}{50} =$		$\frac{36}{25}$
Sol.	$=$		$\frac{3}{2}$
Sol dièse	$= \frac{3}{2} \times \frac{25}{24} = \frac{75}{48} =$		$\frac{25}{16}$
La bémol	$= \frac{5}{3} \times \frac{24}{25} = \frac{120}{75} =$		$\frac{8}{5}$
La	$=$		$\frac{5}{3}$
La dièse	$= \frac{5}{3} \times \frac{25}{24} =$		$\frac{125}{72}$
Si bémol	$= \frac{15}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{360}{200} =$		$\frac{9}{5}$
Si	$=$		$\frac{15}{8}$
Si dièse	$= \frac{15}{8} \times \frac{25}{24} = \frac{375}{192} =$		$\frac{125}{64}$
Ut bémol	$= 2 \times \frac{24}{25} =$		$\frac{48}{25}$
Ut	$=$		2

Il suffit pour les octaves plus basses ou plus élevées de multiplier ou de diviser ces valeurs par la puissance de 2, qui marque le rang de ces octaves.

Problème.

On demande de composer une série de sons qui commencent *par le sol* de la gamme naturelle d'*ut*, *et dont les intervalles se* succèdent dans le même *ordre que ceux* de cette gamme.

Comparons les intervalles des deux gammes ; on a, comme nous l'avons vu,

Intervalles

$$\frac{9}{8}\ \frac{10}{9}\ \frac{16}{15}\ \frac{9}{8}\ \frac{10}{9}\ \frac{9}{8}\ \frac{16}{15}\ \frac{9}{8}\ \frac{10}{9}\ \frac{16}{15}\ \frac{9}{8}$$

de ut re mi fa sol la si ut re mi fa sol

Intervalles $\frac{10}{9}\ \frac{9}{8}\ \frac{16}{15}\ \frac{9}{8}\ \frac{10}{9}\ \frac{16}{15}\ \frac{9}{8}$

de sol la si ut re mi fa sol.

On voit que dans chacune les intervalles de la première à la seconde note et de la seconde à la troisième, diffèrent fort peu ; en effet, le rapport de ces intervalles est $\frac{\frac{10}{9}}{\frac{9}{8}} = \frac{80}{81}$ qui ne diffère de l'unité que de $\frac{1}{81}$. Cette quantité est inappréciable à l'oreille ; il n'y a donc pas lieu d'altérer ces intervalles, et généralement on peut confondre, dans la pratique de la musique, l'intervalle $\frac{9}{8}$ avec celui $\frac{10}{9}$; les intervalles de *mi* à *fa*, de *fa* à *sol*, de *sol* à *la*, dans la première, sont exactement les mêmes que ceux de *si* à *ut*, de *ut* à *re*, de *re* à *mi*, dans la seconde ; mais l'intervalle $\frac{9}{8}$ de *la* à *si*, diffère sensiblement de celui $\frac{16}{15}$ de *mi* à *fa*. On ne peut abaisser le *mi*, car on altérerait son intervalle en *re*, qui est ce qu'il doit être pour le but que nous proposons. Il faut donc *dièser* le *fa* en le multipliant par $\frac{25}{24}$; l'intervalle de *mi* à *fa* deviendra $\frac{16}{15} \times \frac{25}{24}$

$= \frac{400}{361} = \frac{10}{9}$ sensiblement équivalent, comme l'on sait, à l'intervalle de *la* à *si*; mais puisque *fa* est ainsi élevé d'un demi-ton, son intervalle à *sol* est diminué d'un demi-ton; il n'est donc plus que $\frac{9}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{27}{25}$, et c'est ce qu'il doit être; car $\frac{27}{25}$ devient égal à $\frac{16}{15}$, en le multipliant par $\frac{81}{80}$, quantité qui diffère trop peu de l'unité pour n'être point confondue avec elle.

Il suffit donc, lorsqu'on veut prendre *sol* pour tonique, de diéser le *fa*.

Si l'on eût pris *fa* pour *tonique*, on eût trouvé qu'il fallait bémoliser le *si*.

Tartini a le premier reconnu que lorsqu'on fait résonner à la fois deux cordes assez rapprochées, et donnant deux sons différens, un troisième son grave et faible d'intensité se fait entendre en même temps; il n'examina point à fond toutes les circonstances de ce phénomène. Le général Blein a récemment complété la série de ces expériences; il a trouvé qu'au lieu d'une résultante, il y en avait le plus souvent une seconde plus ou moins sensible, et il est parvenu à cette loi fort simple. Les deux sons soumis à l'expérience étant représentés l'un par son nombre de vibrations n, et l'autre par le nombre $n+m$, les deux résultantes sont constamment $n-m$ et m.

Problème.

On demande la résultante de la consonnance *ut*, *sol*, *ut* étant 1 et *sol* $\frac{3}{2}$, on a $n=1$, $n+m=1.5$, d'où $m=0.5$. Les résultantes sont donc $n-m=1-0.5=0.5$, et $m=0.5$, c'est à-dire qu'elles sont toutes deux $=\frac{1}{2}$, ou qu'on obtient l'ut au-*dessous de celui* dont on est parti.

Problème.

On demande de déterminer le nombre abso
vibrations que font par seconde les quatre co
vide du violoncelle *ut*, *sol*, *re*, *la*, supposan
l'*ut* fondamental qui répond au son le plus b
bourdon, fait 125 vibrations simples par seco
Il est clair que les vibrations correspondantes
entre elles comme les nombres de la table

$$1 : \frac{3}{2} : \frac{9}{4} : \frac{10}{3},$$

ou comme leurs octaves; il suffit donc de n
plier ces nombres par 125, et l'on obtient

ut	sol	re	la
125 :	$187\frac{1}{2}$:	$281\frac{1}{4}$:	$416\frac{2}{3}$.

Problème.

En supposant qu'une corde à boyau de 4 pi
et d'une demi-ligne de diamètre, tendue pa
poids de 25 livres, fasse entendre le *sol* à vid
violoncelle, et conséquemment exécute $187\frac{1}{2}$ v
tions par seconde, on demande combien de v
tions exécutera dans le même temps une autre c
de même nature, mais de 5 pieds de long, d'u
gne de diamètre, et tendue par un poids de 36 li
et à quel son de notre échelle musicale répo
cette corde.

On a $\frac{n}{n'} = \frac{r' l' \sqrt{P}}{r l \sqrt{P'}}$ ou $\frac{187.5}{n'}$

= en exprimant les longueurs en lignes

$$\frac{720 \times 0.5 \sqrt{25}}{576 \times 0.25 \sqrt{36}} = \frac{360 \times 5}{144 \times 6} = \frac{1800}{864}$$

d'où $n' = \frac{864 \times 187.5}{1800} = \frac{1620}{18} = 90$ vibrat

Ce son est intermédiaire entre le *fa* dièse et le *sol*, au-dessous du dernier *ut* du violoncelle.

Problème.

On demande quelle devrait être la tension de la corde précédente, toutes choses égales d'ailleurs, pour qu'elle fît entendre le son la^3 de la troisième corde à vide du violon.

La tension demandée devrait être équivalente à celle que produirait un poids d'environ 493 liv. 73.

Problème.

En reprenant la première corde de l'avant-dernier problème, on demande à quelle longueur il faudrait la réduire pour qu'elle fît entendre le son *mi*4 de la chanterelle à vide du violon.

La longueur devrait être 7 pouces $\frac{5}{7}$ de ligne.

Personne n'ignore que dans les instrumens à sons fixes, tels que le piano, l'orgue, la guitare, les dièses et les bémols sont confondus, c'est-à-dire qu'une note inférieure diésée est la même que la note supérieure bémolisée. Nous avons vu cependant que ces sons ne devaient point être confondus, puisqu'ils n'avaient point la même valeur. On peut donc dire qu'à la rigueur *les instrumens à sons fixes ne sont jamais justes*; on y divise la gamme en douze demi-tons égaux et intervalles, et c'est en cela que consiste le *tempérament*. On faisait autrefois subir des altérations aux accords les moins usités; aujourd'hui que l'art musical s'est perfectionné, et qu'il n'existe plus d'accords qu'on puisse regarder comme rarement employés, on est revenu au *tempérament égal*.

Problème.

On demande le calcul d'un tempérament égal, c'est à-dire de diviser l'octave en douze semi-tons égaux.

Les sons cherchés seront exprimés par les ter
de cette progression géométrique

$$1 : \sqrt[12]{} \quad 2 : \sqrt[12]{} \quad 2^2 : \sqrt[12]{} \quad 2^3 : \sqrt[12]{}$$

$$: \sqrt[12]{} \quad 2^5 : \sqrt[12]{} \quad 2^6 : \sqrt[12]{} \quad 2^7 : \sqrt[12]{}$$

$$: \sqrt[12]{} \quad 2^9 : \sqrt[12]{} \quad 2^{10} : \sqrt[12]{} \quad 2^{11} : 2.$$

Ces valeurs, calculées par le moyen des l
rithmes, donnent en vibrati

ut	1.00000
ut dièse ou *re* bémol	1.05946
re	1.12246
re dièse ou *mi* bémol	1.18921
mi	1,25992
fa	1.33484
fa dièse ou *sol* bémol	1.41421
sol	1.49831
sol dièse ou *la* bémol	1.58740
la	1.68179
la dièse ou *si* bémol	1.78180
si	1.88775
ut	2.00000

Nous terminerons ces notions très-imparf
d'acoustique par la table suivante, qui pourra s
à construire un monocorde, et par suite à acc
un piano, opération qu'il n'est point toujours f
de faire faire, à la campagne surtout, où les a
deurs sont rares.

TABLE *des distances en millimètres qu'on doit laisser entre les parallèles qui partagent la longueur d'un monocorde de* 5 *décimètres pour produire les douze demi-tons de la gamme par tempérament égal.*

	PREMIÈRE OCTAVE.	SECONDE OCTAVE.
	Distance du sillet fixe d'en bas jusqu'au trait.	Distance du sillet fixe d'en haut jusqu'au trait.
Ut	0 sillet	250
Ut dièse, *re* bémol	28.06	235.97
Re	54.55	222.72
Re dièse, *mi* bémol	79.55	210.22
Mi	103.15	198.42
Fa	125.42	187.29
Fa dièse, *sol* bémol	146.50	176.25
Sol	166.29	166.85
Sol dièse, *la* bémol	185.02	157.49
La	202.79	148.65
La dièse, *si* bémol	219.38	140.31
Si	235.13	132.44
Ut	250,00	125

Il est évident qu'on peut faire varier ces nombres proportionnellement à la longueur du monocorde, c'est-à-dire à la distance des sillets fixes ; par exemple, on doublerait tous ces nombres pour une distance de 1 mètre. Une octave étant bien accordée, le reste n'offre plus aucune difficulté, car le premier *ut*, pris pour point de départ, donnera successivement tous les *ut* par l'accord d'octave ; de même le *re* donnera tous les *re*, le *mi* tous les *mi*, et ainsi de suite.

DE LA LUMIÈRE.

Dans un milieu transparent et de propriétés matérielles, homogènes, la transmission de la lumière se fait en ligne droite.

La vitesse de la lumière paraît être constante ; elle nous vient du soleil en 8 minutes 13 secondes $\frac{3}{10}$; c'est à-dire qu'elle parcourt 70,000 lieues par seconde.

L'intensité de la lumière est en raison inverse du carré de la distance.

L'intensité de la lumière émise par une surface dans une direction donnée, est proportionnelle au sinus de l'angle formé par la surface et la direction des rayons.

Problème.

On demande de trouver sur la droite qui joint deux corps lumineux, le point qui en est également éclairé, en supposant leur distance de 125 centimètres et leurs lumières proportionnelles aux nombres 16 et 25.

Soit (*fig.* 15), la droite ab qui joint les corps lumineux, l'un en a, l'autre en b, le premier étant plus grand que le second ; soit c le point cherché, x la distance ac, il résulte que $bc = 125 - x$; la force de la lumière en a étant 25 à la distance 1, elle sera, d'après la loi donnée plus haut, $\frac{25}{x^2}$ à la distance x. Pareillement la force de la lumière en b étant 16 à la distance 1, elle deviendra $\frac{16}{(125-x)^2}$ à la distance $125-x$. Ces dernières forces étant supposées *égales, on a*

$$\frac{25}{x^2} = \frac{16}{(125 - x)^2},$$

d'où $25\,(125 - x)^2 = 16\,x^2$, d'où enfin $9\,x^2 - 6250\,x = -3900625$, et par suite

$$a = \frac{3125}{6} \pm \frac{2500}{9}.$$

Les deux valeurs de x sont 625 et $69\frac{4}{9}$; l'une et l'autre satisfont au problème. La valeur $69\frac{4}{9}$ désigne le point c placé entre les deux corps lumineux; et la valeur 625 désigne un autre point c', situé sur le prolongement de la droite $a\,b$, du côté de la lumière la plus faible.

Problème.

Aux deux extrémités d'une droite de 60 pouces se trouvent deux lumières dont les intensités sont dans le rapport de 4 à 9. On demande à trouver sur cette ligne le point intermédiaire également éclairé de part et d'autre.

Réponse. Le point cherché se trouvera à 24 pouces de distance de la lumière la plus faible.

Problème.

Sachant que dans le problème précédent le rapport d'intensité des deux lumières est 16 à 25, et qu'un point également illuminé se trouvait situé à $8\frac{8}{9}$ pouces de distance de la lumière la plus faible, on demande à connaître l'intervalle des deux lumières.

Réponse. Cet intervalle est de 20 pouces.

Problème.

Sachant *que la distance* qui séparait les deux lumières *était de 32* pieds, et qu'un plan interme-

diaire produirait de part et d'autre des ombres de même intensité, on demande le rapport entre les pouvoirs éclairans des deux corps lumineux.

Réponse. Ce rapport est 4 à 25.

Problème.

Étant donnés, les demi-diamètres (*fig.* 16) B K, C O, et la distance B C des centres de deux globes, déterminer la longueur B A de l'axe du cône d'ombre du plus petit globe.

Tirez K D parallèle à B C; à cause des parallèles B K, C O, on a B K = C D et B C = K D; les triangles K D O, A C O sont semblables; donc

$$D O : O C :: D K : C A$$
$$\text{ou } C O - B K : C O :: C B : C A$$

ôtant donc C B de C A, reste B A qu'on cherche.

Il est évident que la partie éclairée dont on parle renferme les pénombres.

Application.

Une sphère de six pouces de diamètre se trouve éclairée par un globe lumineux d'un volume mille fois plus considérable; l'intervalle qui sépare les centres des deux corps est égal à cinq fois le diamètre du corps éclairant : on demande la longueur de l'axe du cône d'ombre.

Réponse. La longueur mathématique de cet axe devra être 33 $\frac{1}{3}$ pouces; mais dans la réalité il serait beaucoup plus court.

Problème.

Sachant que dans une expérience analogue la sphère lumineuse a dix pieds de diamètre, et le globe opaque trois pieds, on demande quel devrait être l'intervalle entre les centres des deux corps, *pour que l'ombre s'étendît à la distance de 40 pieds.*

Réponse. L'intervalle cherché est 93 pieds $\frac{1}{3}$.

Problème.

Le diamètre du corps éclairé étant 80, et la distance qui sépare les deux centres 500, on demande quel devrait être le diamètre du globe lumineux pour que l'axe du cône d'ombre fût égal au rayon du corps opaque.

Réponse. Le diamètre cherché devra être de 135 pouces.

RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE.

Le rayon réfléchi et le rayon incident sont tous deux contenus dans un même plan normal à la surface d'incidence.

L'angle de réflexion et l'angle d'incidence sont toujours égaux entre eux.

Problème.

Étant donnés un point quelconque O situé sur l'axe AO d'un miroir sphérique, concave ou convexe (*fig.* 17, 18 et 19), et un rayon incident OM infiniment proche de l'axe AO, trouver le point F de l'axe par où passe le rayon réfléchi au point M.

Tirez au centre C de la surface sphérique la droite MC; la droite MC étant une normale OMG ou CME, est l'angle d'incidence; et en faisant CMF = OMG, le rayon réfléchi est MD, qui va rencontrer l'axe OA en F.

Appelant $= d$ la distance de l'objet au miroir ($\times d$ si le miroir est concave, $-d$ s'il est convexe), $r =$ le rayon du miroir, f la distance dn foyer au miroir, on a

pour les miroirs concaves,

$$f = \frac{d\,r}{2\,d - r}$$

pour les miroirs convexes,

$$f = \frac{d\,r}{2\,d + r}$$

et pour la *grandeur des images*, O étant l'objet, I l'image, on a
pour les miroirs concaves,

$$\frac{I}{O} = \frac{r}{2d - r},$$

et pour les miroirs convexes,

$$\frac{I}{O} = \frac{r}{2d + r};$$

dans les miroirs plans,

$$f = -d,$$

c'est-à-dire que les images sont toujours autant au delà du miroir que l'objet est en deçà.

Problème.

Étant donné un petit segment d'un miroir sphérique convexe d'un rayon de courbure égale à 10 pieds, on demande à quelle distance, derrière la surface réfléchissante, devra se former l'image d'un petit objet lumineux placé au-devant du miroir à 9 pieds de sa surface.

$$f = \frac{dr}{2d + r} \text{ devient } = \frac{9 \times 10}{18 + 10} = \frac{90}{28}$$
$$= 3\text{pieds}.214.$$

Problème.

Avec les mêmes données, on demande la grandeur linéaire de l'image relativement à celle de l'objet.

$$\frac{I}{O} = \frac{r}{2d + r}$$

donne, en prenant pour unité la grandeur de l'objet,

$$I = \frac{10}{18 + 10} = \frac{10}{28} = \frac{5}{14}$$

ou les 0.357 de l'objet.

Problème.

En supposant que l'objet soit placé a 100 pieds de distance du miroir précédent, toujours sur le prolongement de l'axe, on demande à déterminer le lieu et la grandeur relative de l'image derrière le miroir,

$$f = \frac{d\,r}{2\,d + r} \text{ devient } = \frac{100 \times 10}{200 + 10} = \frac{1000}{210}$$

$$4^{\text{pieds}}.762$$

et la grandeur de l'image

$$I = \frac{r}{2\,d + r} = \frac{10}{210} = \frac{1}{21}$$

de celle de l'objet.

Problème.

A quelle distance de la surface du même miroir faudrait-il placer l'objet pour que l'image fût à peu près le $\frac{1}{10}$ de l'objet?

De $I = \frac{r}{2\,d + r}$, on tire $d = \frac{r - I\,r}{2\,I}$

$$= \frac{(10 - 1)\,10}{2} = \frac{90}{2} = 45 \text{ pieds.}$$

Il faudrait donc placer l'objet à 45 pieds du miroir.

Exercice.

Un objet de $0^m.05$ est placé à 3 mètres de distance d'un miroir convexe dont le rayon est $0^m.73$; on demande la position et la grandeur de l'image.

L'image sera à 0.33, et sa grandeur sera $0^m.0056$.

Problème.

Quel devrait être le rayon de courbure d'un petit miroir convexe, pour qu'un petit objet, placé à 200 pouces de distance de sa surface, y parût 100 fois plus petit?

Ici $I = \frac{1}{100}$, et de $I = \frac{r}{2d+r}$ on tire

$$r = \frac{2aI}{1-I} = \frac{400 \times \frac{1}{100}}{1-\frac{1}{100}} = \frac{4}{\frac{99}{100}} = \frac{400}{99}$$

$= 4$ pouces. $\frac{4}{99}$,

tel est le rayon cherché.

Problème.

Quel devrait être le rayon de courbure d'un miroir concave pour produire, au devant de sa surface, le même effet que produirait par derrière le miroir convexe précédent?

$I =$ toujours $\frac{1}{100}$, et de la formule $I = \frac{2a-r}{r}$ on tire

$$r = \frac{2dI}{1+I} = \frac{400 \times \frac{1}{100}}{1.01} = \frac{4}{1.01} = \frac{400}{101}$$

3 pouces.96.

Problème.

Étant donné un segment d'un petit nombre de *degrés d'un* miroir sphérique concave de 8 pieds de

rayon, on demande le lieu et la grandeur relative de l'image d'un objet placé au devant sur l'axe du miroir, à trois pieds de sa surface,

$$f=\frac{dr}{2d-r} \text{ devient} =\frac{3\times 8}{6-8}=\frac{24}{-2}=-12.$$

L'image se trouvera à 12 pieds de distance, derrière la surface réfléchissante.

$$I=\frac{r}{2d-r} \text{ donne } I=\frac{8}{16-8}=\frac{8}{2}=4.$$

L'image sera donc quatre fois plus grande que l'objet.

Exercice.

Le rayon du miroir étant 0.75, la grandeur réelle de l'objet 0.05, la distance 3 mètres, on trouverait la position de l'image entre le centre et le foyer à 0.428, et pour sa grandeur apparente $0^m.007$.

De même, un objet de 35 millimètres, placé à $0^m.45$ de distance du même miroir, donnerait une image de $0^m.25$.

Problème.

A quelle distance du miroir du dernier problème faudrait-il placer l'objet pour que son image parût peu près amplifiée trois fois?

faut faire $I=03$ dans $I=\frac{r}{2d-r}$; on a

$$=\frac{r+Ir}{2I}=\frac{8+3\times 8}{2\times 3}=\frac{32}{6}=5 \text{ pieds } 4 \text{ pouces.}$$

es miroirs cylindriques, coniques, prismatiques yramidaux ne sont guères que de pures curiosi- ils servent à défigurer les objets auxquels on résente, *ou à faire* paraître régulière l'image

d'un c… défiguré. Nous donnerons, d'après La-
caille … roblème suivant.

Problème.

Dessiner sur un plan un objet défiguré, de sorte qu'en posant verticalement, et en un endroit marqué sur ce plan, un miroir cylindrique d'un rayon donné, cet objet paraisse droit et régulier, vu d'un point donné.

Sur un plan à part on dessine cet objet régulièrement, et selon toutes les dimensions qu'il doit avoir; en sorte, cependant, que sa plus grande largeur n'excède pas la … r de la corde d'un arc de 130 à 140 degrés d… e. On renferme ce dessin dans un paralle… ie (*fig.* 20) rectangle A F K *a* (qu'on appe… *sif*). On divise ce recta… rrés ou autres rectangl… le dessin en plusieurs pet… onné on décrit la place où … être posée: c'est une porti… 21) dont le rayon doit être éga… cylindre, et on y porte une corde F K, égale au côté F K du ponsif, qui répond au pied de la figure dessinée. On divise aussi la corde F K comme la droite F K du ponsif. Par le milieu H de la corde F K on tire une perpendiculaire H O, qu'on termine en O, au point au-dessus duquel on veut que l'œil soit placé pour regarder le cylindre. Du point O on tire par les divisions de la corde F K, des droites indéfinies O A′, O *g*′, O *h*′, O *i*′, O *k*′, sur l'une desquelles, comme O F, on élève une perpendiculaire O V, égale à la hauteur à laquelle on veut que l'œil soit au dessus du point O, c'est-à-dire au-dessus du plan du dessin défiguré. Sur la même droite O F, et en partant du point F, où elle coupe K F, on élève une perpendiculaire F A, égale au côté A F du ponsif, et divisée comme lui. Par V et par les points de division de F A, on tire des droites indéfinies V F, V E′, V D′, V C′, V B′,

Fa dièse	$= \frac{4}{3} \times \frac{25}{24} = \frac{100}{72} =$		$\frac{25}{18}$
Sol bémol	$= \frac{3}{2} \times \frac{24}{25} = \frac{72}{50} =$		$\frac{36}{25}$
Sol.	$=$		$\frac{3}{2}$
Sol dièse	$= \frac{3}{2} \times \frac{25}{24} = \frac{75}{48} =$		$\frac{25}{16}$
La bémol	$= \frac{5}{3} \times \frac{24}{25} = \frac{120}{75} =$		$\frac{8}{5}$
La	$=$		$\frac{5}{3}$
La dièse	$= \frac{5}{3} \times \frac{25}{24} =$		$\frac{125}{72}$
Si bémol	$= \frac{15}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{360}{200} =$		$\frac{9}{5}$
Si	$=$		$\frac{15}{8}$
Si dièse	$= \frac{15}{8} \times \frac{25}{24} = \frac{375}{192} =$		$\frac{125}{64}$
Ut bémol	$= 2 \times \frac{24}{25} =$		$\frac{48}{25}$
Ut	$=$		2

Il suffit pour les octaves plus basses ou plus élevées de multiplier ou de diviser ces valeurs par la puissance de 2, qui marque le rang de ces octaves.

Problème.

On demande de composer une série de sons qui commencent par le *sol* de la gamme naturelle d'*ut*, et dont les intervalles se succèdent dans le même ordre que ceux de cette gamme.

Si M (*fig.* 22) est la surface plane qui sépare deux ... x, A B un rayon de lumière qui se réfracte au point B, selon B F, par exemple ; si, de plus, C B G est une perpendiculaire en B, A B C ou D B G est ce qu'on appelle l'angle d'incidence, F B G est l'angle de réfraction, A B est le rayon incident, B F le rayon réfracté.

Le rayon incident et le rayon réfracté sont toujours situés dans un même plan perpendiculaire à la surface qui sépare les milieux.

L'angle d'incidence est plus grand que l'angle de réfraction quand la lumière passe d'un milieu moins dense dans un milieu plus dense, et réciproquement l'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence, quand la lumière passe d'un milieu plus dense dans un milieu moins dense.

Le rapport du sinus de l'angle de réfraction au sinus de l'angle d'incidence est un rapport constant.

Ce rapport $\frac{\sin. i}{\sin. r}$ est donné dans la table suivante pour un grand nombre de substances.

SUBSTANCES.	VALEUR DE $\frac{\sin. i}{\sin. r}$
Air atmosphérique.	1.000294
Oxigène.	1.000272
Hydrogène.	1.000138
Azote.	1.000300
Gaz des marais.	1.000443
Baryte sulfatée.	1.643
Verre d'antimoine.	1.888
Chaux sulfatée.	1.488
Verre commun.	1.550
Cristal de roche.	1,562
Spath d'Islande.	1.666
Sel gemme.	1.545
Alun.	1.458

Fa dièse	$=\frac{4}{3}\times\frac{25}{24}=\frac{100}{72}=$			$\frac{25}{18}$
Sol bémol	$=\frac{3}{2}\times\frac{24}{25}=\frac{72}{50}=$			$\frac{36}{25}$
Sol.	$=$			$\frac{3}{2}$
Sol dièse	$=\frac{3}{2}\times\frac{25}{24}=\frac{75}{48}=$			$\frac{25}{16}$
La bémol	$=\frac{5}{3}\times\frac{24}{25}=\frac{120}{75}=$			$\frac{8}{5}$
La	$=$			$\frac{5}{3}$
La dièse	$=\frac{5}{3}\times\frac{25}{24}=$			$\frac{125}{72}$
Si bémol	$=\frac{15}{8}\times\frac{24}{25}=\frac{360}{200}=$			$\frac{9}{5}$
Si	$=$			$\frac{15}{8}$
Si dièse	$=\frac{15}{8}\times\frac{25}{24}=\frac{375}{192}=$			$\frac{125}{64}$
Ut bémol	$=2\times\frac{24}{25}=$			$\frac{48}{25}$
Ut	$=$			2

Il suffit pour les octaves plus basses ou plus élevées de multiplier ou de diviser ces valeurs par la puissance de 2, qui marque le rang de ces octaves.

Problème.

On demande de composer une série de sons qui commencent par le *sol* de la gamme naturelle d'*ut*, *et dont les intervalles se* succèdent dans le même *ordre que ceux de* cette gamme.

Ce ns les intervalles des deux gammes ; on a, ce nous l'avons vu,

Intervalles $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$

de ut re mi fa sol la si ut re mi fa sol

Intervalles $\frac{10}{9}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$

de sol la si ut re mi fa sol.

On voit que dans chacune les intervalles de la première à la seconde note et de la seconde à la troisième, diffèrent fort peu ; en effet, le rapport de ces intervalles est $\frac{\frac{10}{9}}{\frac{9}{8}} = \frac{80}{81}$ qui ne diffère de l'unité que de $\frac{1}{81}$. Cette quantité est inappréciable à l'oreille ; il n'y a donc pas lieu d'altérer ces intervalles, et généralement on peut confondre, dans la pratique de la musique, l'intervalle $\frac{9}{8}$ avec celui $\frac{10}{9}$; les intervalles de *mi* à *fa*, de *fa* à *sol*, de *sol* à *la*, dans la première, sont exactement les mêmes que ceux de *si* à *ut*, de *ut* à *re*, de *re* à *mi*, dans la seconde ; mais l'intervalle $\frac{9}{8}$ de *la* à *si*, diffère sensiblement de celui $\frac{16}{15}$ de *mi* à *fa*. On ne peut abaisser le *mi*, car on altérerait son intervalle en *re*, qui est ce qu'il doit être pour le but que nous proposons. Il faut donc *dièser* le *fa* en le multipliant par $\frac{25}{24}$; l'intervalle de *mi* à *fa* deviendra $\frac{16}{15} \times \frac{25}{24}$

$= \frac{400}{361} = \frac{10}{9}$ sensiblement équivalent, comme l'on sait, à l'intervalle de *la* à *si*; mais puisque *fa* est ainsi élevé d'un demi-ton, son intervalle à *sol* est diminué d'un demi-ton; il n'est donc plus que $\frac{9}{8} \times \frac{24}{25} = \frac{27}{25}$, et c'est ce qu'il doit être; car $\frac{27}{25}$ devient égal à $\frac{16}{15}$, en le multipliant par $\frac{81}{80}$, quantité qui diffère trop peu de l'unité pour n'être point confondue avec elle.

Il suffit donc, lorsqu'on veut prendre *sol* pour tonique, de diéser le *fa*.

Si l'on eût pris *fa* pour *tonique*, on eût trouvé qu'il fallait bémoliser le *si*.

Tartini a le premier reconnu que lorsqu'on fait résonner à la fois deux cordes assez rapprochées, et donnant deux sons différens, un troisième son grave et faible d'intensité se fait entendre en même temps; il n'examina point à fond toutes les circonstances de ce phénomène. Le général Blein a récemment complété la série de ces expériences; il a trouvé qu'au lieu d'une résultante, il y en avait le plus souvent une seconde plus ou moins sensible, et il est parvenu à cette loi fort simple. Les deux sons soumis à l'expérience étant représentés l'un par son nombre de vibrations n, et l'autre par le nombre $n+m$, les deux résultantes sont constamment n $-m$ et m.

Problème.

On demande la résultante de la consonnance *ut*, *sol*, *ut* étant 1 et *sol* $\frac{3}{2}$, on a $n=1$, $n+m=1.5$, d'où $m=0.5$. Les résultantes sont donc $n-m=1-0.5=0.5$, et $m=0.5$, c'est à-dire qu'elles sont toutes deux $=\frac{1}{2}$, ou qu'on obtient l'ut au-*dessous de celui dont* on est parti.

Problème.

On demande de déterminer le nombre absolu de vibrations que font par seconde les quatre corps à vide du violoncelle *ut*, *sol*, *re*, *la*, supposant que l'*ut* fondamental qui répond au son le plus bas du bourdon, fait 125 vibrations simples par seconde.

Il est clair que les vibrations correspondantes sont entre elles comme les nombres de la table

$$1 : \frac{3}{2} : \frac{9}{4} : \frac{10}{3},$$

ou comme leurs octaves; il suffit donc de multiplier ces nombres par 125, et l'on obtient

ut	sol	re	la
125 :	$187\frac{1}{2}$	$281\frac{1}{4}$:	$416\frac{2}{3}$.

Problème.

En supposant qu'une corde à boyau de 4 pieds, et d'une demi-ligne de diamètre, tendue par un poids de 25 livres, fasse entendre le *sol* à vide du violoncelle, et conséquemment exécute $187\frac{1}{2}$ vibrations par seconde, on demande combien de vibrations exécutera dans le même temps une autre corde de même nature, mais de 5 pieds de long, d'une ligne de diamètre, et tendue par un poids de 36 livres; et à quel son de notre échelle musicale répondra cette corde.

On a $\frac{n}{n'} = \frac{r' l' \sqrt{P}}{r l \sqrt{P'}}$ ou $\frac{187.5}{n'}$

= en exprimant les longueurs en lignes

$$\frac{720 \times 0.5 \sqrt{25}}{576 \times 0.25 \sqrt{36}} = \frac{360 \times 5}{144 \times 6} = \frac{1800}{864}$$

$$d'où\ n' = \frac{864 \times 187.5}{1800} = \frac{1620}{18} = 90 \text{ vibrations.}$$

Ce son est intermédiaire entre le *fa* dièse et le *sol*, au-dessous du dernier *ut* du violoncelle.

Problème.

On demande quelle devrait être la tension de la corde précédente, toutes choses égales d'ailleurs, pour qu'elle fît entendre le son la^3 de la troisième corde à vide du violon.

La tension demandée devrait être équivalente à celle que produirait un poids d'environ 493 liv. 73.

Problème.

En reprenant la première corde de l'avant-dernier problème, on demande à quelle longueur il faudrait la réduire pour qu'elle fît entendre le son mi^4 de la chanterelle à vide du violon.

La longueur devrait être 7 pouces $\frac{2}{3}$ de ligne.

Personne n'ignore que dans les instrumens à sons fixes, tels que le piano, l'orgue, la guitare, les dièses et les bémols sont confondus, c'est-à-dire qu'une note inférieure diésée est la même que la note supérieure bémolisée. Nous avons vu cependant que ces sons ne devaient point être confondus, puisqu'ils n'avaient point la même valeur. On peut donc dire qu'à la rigueur *les instrumens à sons fixes ne sont jamais justes*; on y divise la gamme en douze demi-tons égaux et intervalles, et c'est en cela que consiste le *tempérament*. On faisait autrefois subir des altérations aux accords les moins usités; aujourd'hui que l'art musical s'est perfectionné, et qu'il n'existe plus d'accords qu'on puisse regarder comme rarement employés, on est revenu au *tempérament égal*.

Problème.

On demande le calcul d'un tempérament égal, c'est à-dire de diviser l'octave en douze semi-tons *égaux*.

objet à 600 pouces de sa surface, toujours sur le prolongement de l'axe. On demande à déterminer la distance de l'image de cet objet à la lentille, et le rapport de ses dimensions à celle de l'image.

Réponse. L'image se formera du côté opposé à l'objet, à 66 pouces $\frac{2}{3}$ de distance du verre; elle sera $\frac{1}{9}$ de l'objet.

Problème.

A quelle distance de la même lentille faudrait-il placer l'objet pour que son image parût, du côté opposé, trois fois plus grande que l'objet, et à quel intervalle du verre se formerait l'image?

Il est clair qu'il faut dans

$$I = \frac{11\,d - 10\,r}{10\,r}$$

faire $I = 3$ et chercher d.

On tire de cette formule

$$11\,d = \frac{10\,r}{I} + 10\,r = \frac{660}{3} + 660 = 880$$

$$\text{d'où } d = \frac{880}{11} = 80 \text{ pouces}$$

pour la distance demandée de l'objet à la lentille.

Pour répondre à la seconde question, il faut introduire dans

$$f = \frac{10\,dr}{11\,dr - 10\,r}$$

la valeur de d que nous venons de trouver;

$$f \text{ devient alors} = \frac{10 \times 80 \times 66}{880 - 660} = \frac{52800}{220} = 240;$$

l'image se peindrait donc à 240 pouces d'éloignement.

Problème.

Quel devrait être le rayon de courbure d'une lentille semblable aux précédentes, pour qu'un petit objet, situé à 50 pouces de sa surface, parût amplifié **au quadruple** à un observateur placé du côté opposé.

Ici c'est r qu'il faut déterminer dans

$$I = \frac{10\,r}{11\,d - 10\,r}.$$

Or on tire

$$r = \frac{11\,d\,I}{10 + 10\,I};$$

et puisqu'on demande que I soit 4, on a

$$r = \frac{11 \times 50 \times 4}{50} = \frac{2200}{50} = 44 \text{ pouces.}$$

Le rayon de sphéricité devrait donc être égal à 44 pouces.

Problème.

On demande quelle était la courbure d'une lentille bi-convexe, sachant que les rayons solaires reçus sur sa surface près de l'axe, ont formé leur foyer à 2 pouces $\frac{8}{11}$ d'éloignement de la face opposée.

$$f = \frac{10\,dr}{11\,d - 10\,r} \text{ devient } r = \frac{11\,df}{10\,d + 10f};$$

mais ici d est infini, puisque l'objet est le soleil ; il est permis alors de négliger les termes qui ne contiennent point l'infini, et cette relation devient

$$r = \frac{11f}{10} = \frac{11 \times \frac{10}{11} \cdot 30}{10} = \frac{30}{10} = 3 \text{ pouces.}$$

c'est-à que cette lentille devait avoir un rayon de cou e de 3 pouces.

Problème.

Étant proposé un verre plan convexe de 33 pouces de rayon et un objet situé à 26 pouces de distance sur le prolongement de l'axe, on demande à quelle distance, derrière la lentille, un observateur devra voir l'image de l'objet, et sous quelle amplification?

Ici $d = 26$ $r = 33$, partant

$$f = \frac{20\,dr}{11\,d - 20\,r} \text{ devient } = \frac{20 \times 26 \times 33}{11 \times 26 - 20 \times 33}$$

$$= \frac{17160}{286 - 660} = -\frac{17160}{374} = 45.88 \text{ pouces à peu près}$$

$$I = \frac{20\,r}{11\,d - 20\,r}$$

donne pour l'amplification

$$\frac{20 \times 33}{11 \times 26 - 20 \times 33} = \frac{660}{286 - 660} = \frac{660}{374}$$

$= 1.78$ à peu de chose près.

Problème.

Sur le prolongement de l'axe d'un verre bi-concave symétrique d'un pied de rayon, et à 100 pouces de distance de sa surface, se trouve un petit objet lumineux. On demande à quelle distance, derrière la lentille, l'image de cet objet sera aperçue par un spectateur situé du côté opposé.

pour les lentilles bi-concaves,

$$f = -\frac{\frac{1}{2}qdr}{(p-q)d+\frac{1}{2}qr} = \frac{10\,dr}{11\,d+10r};$$

pour les lentilles plan concaves,

$$f = -\frac{qdr}{(p-q)d+qr} = \frac{20\,dr}{11\,d+20r}.$$

Si la lentille est concave d'un côté et convexe de l'autre, R r étant des rayons différens de sphéricité,

$$f = \frac{qdr\,R}{(p-q)d\,R-(p-q)dr-qr\,R} = \frac{20\,dr\,R}{11\,dr\,R-11\,dr-20r\,R}.$$

GRANDEUR DES IMAGES DANS LES LENTILLES.

I étant toujours l'image, O l'objet, on a dans les lentilles bi-convexes,

$$\frac{I}{O} = \frac{\frac{1}{2}qr}{(p-q)d-\frac{1}{2}qr} = \frac{10r}{11\,d-10r},$$

dans les lentilles plan convexes,

$$\frac{I}{O} = \frac{qr}{(p-q)d-qr} = \frac{20r}{11\,d-20r},$$

dans les lentilles bi-concaves,

$$\frac{I}{O} = \frac{\frac{1}{2}qr}{(p-q)d+\frac{1}{2}qr} = \frac{20r}{11\,d+10r},$$

Problème.

Étant proposé un verre plan concave de 11 pouces de rayon, et un objet placé à 10 pouces de distance sur le prolongement de l'axe, on demande la distance focale et la grandeur apparente de l'objet?

Réponse. L'éloignement de l'image sera égal à 6.66 pouces; la grandeur apparente est les $\frac{3}{5}$ de l'objet.

Problème.

Deux lentilles symétriquement bi-convexes, l'une de 2 pouces de rayon, l'autre de 3 pouces, ayant été placées à 6 pouces d'intervalle l'une de l'autre, de manière que leurs axes se confondent, on demande à quelles distances de leurs surfaces externes sur les axes prolongés, il faudra placer deux petits objets pour que leurs images se confondent en une seule, en se formant dans le milieu de l'intervalle qui les sépare.

Réponse. Les distances cherchées de ces objets devront être de 30 pouces du côté de la lentille, moins convexe, et $4\frac{9}{11}$ pour l'autre.

Problème.

Étant donnée une lentille du même genre que les précédentes avec un petit objet situé sur l'axe, à 5 pouces de sa surface, de manière à projeter du côté opposé une image qui était sensiblement les $\frac{2}{3}$ de l'objet; on voudrait placer vis-à-vis de cette lentille un verre symétriquement bi-concave, tellement qu'un autre petit objet, éloigné pareillement de 5 pouces de sa surface externe, formât son image sous les mêmes dimensions que l'autre, dans la moitié de l'intervalle qui sépare les lentilles.

On demande quelles devront être les courbures des deux verres, et à quelle distance il faudra les *mettre* l'un de l'autre?

Réponse. Le rayon de verre convexe devra être

d'un pouce, celui du verre concave 1 $\frac{1}{2}$, et leur écartement 2 $\frac{2}{7}$ de pouce.

Problème.

Dans quel rapport seront les distances focales des rayons solaires qui traversent deux lentilles bi-convexes et symétriques de mêmes courbures et diamètres, l'une de verre et l'autre d'eau (c'est-à-dire formés de deux calottes minces de verre, dont l'intervalle est rempli de ce liquide)?

On suppose le rapport des sinus d'incidence et de réfraction $\frac{1}{2}$ pour le verre, et $\frac{4}{3}$ pour le passage dans l'eau.

Réponse. Le rapport demandé sera sensiblement comme 2 à 3.

Problème.

Quels seraient, pour les mêmes lentilles, les rapports des foyers et des dimensions des images d'un petit objet placé sur l'axe prolongé, à une distance de chaque verre égale à 6 fois le rayon de la courbure?

Réponse. La distance de l'image à la lentille de verre sera à la distance analogue de la lentille d'eau, comme $\frac{6}{7}$ est à 2, ou comme 3 à 5; et les grandeurs des images seront respectivement comme $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ ou comme 3 à 5, c'est-à-dire que les foyers seront entre eux comme les dimensions des images.

Problème.

Quel devrait être, dans le même exemple, le rayon de courbure de la lentille d'eau, pour qu'elle diminuât l'image de l'objet dans le même rapport que la lentille de verre?

Réponse. Le rayon cherché devrait être égal aux deux tiers de celui de la lentille de verre.

Problème.

En supposant que dans les deux lentilles précé-

dentes, les rayons de courbure soient, de part et d'autre, d'un pied, et la distance focale de l'image au corps réfringent, neuf pouces, on demande à quelles distances il faudra placer l'objet de part et d'autre pour que son image soit amplifiée dans le même rapport par les deux lentilles, et quel sera ce rapport?

Réponse. En plaçant l'objet à neuf pouces de la lentille d'eau, ou au quadruple de cette distance de la lentille de verre, l'image paraîtra de part et d'autre à peu près double de l'objet.

Problème.

Étant donné un globe de verre sphérique et massif, et un petit objet placé sur le prolongement de l'axe à une distance égale au double du diamètre du globe, on demande 1°. à quelle distance du côté opposé se formera l'image de cet objet; 2°. quelle sera sa grandeur relative: on suppose le rapport de réfraction comme 3 à 2; on obtient le foyer des sphères par la formule:

$$f = \frac{r(2q-p)}{2(p-q)}.$$

Réponse. La distance de l'image sera égale aux $\frac{8}{7}$ du rayon du globe, et l'image sera les $\frac{4}{7}$ de l'objet.

Problème.

Étant proposée une lentille bi-convexe et symétrique, d'une qualité de verre particulière, on demande quel devrait être son *pouvoir réfringent*, c'est-à-dire le rapport entre les sinus d'incidence et de réfraction, pour que le foyer des rayons parallèles proche de l'axe s'étendît du côté opposé à une distance égale au double du rayon de courbure?

Réponse. Le rapport cherché devra être comme *5 à 4.*

Nous empruntons à Ozanam les problèmes suivans.

adopté dans toute l'étendue de l'empire romain, et par tous les chrétiens eux-mêmes, qui, afin de déterminer exactement l'époque de leurs Pâques, firent usage du cycle de Meton.

Cependant la durée de l'année, fixée par Jules César à 365 jours un quart, était trop longue de 11 minutes et 9 secondes. Cette erreur, presque imperceptible pendant un court intervalle de temps, produisait environ 1 jour en 133 ans; en sorte que depuis la réforme de César jusqu'en 1582, époque à laquelle eut lieu la réforme du pape Grégoire XII, les équinoxes avaient remonté au commencement des mois où ils se trouvent, et celui du printemps se rencontrait le 11 mars, au lieu de se trouver au 21 de ce mois, où le concile de Nicée l'avait fixé en 325.

Grégoire, voulant remédier à ce dérangement, qui s'augmentait de plus en plus, d'après l'avis des plus illustres astronomes, et surtout de Clovius, publia une bulle dans laquelle il prescrivait de retrancher de l'année 1582 les 10 jours d'erreur qui avaient été causés par l'excès des 11 minutes de l'*année Julienne* sur l'année solaire, et prescrivit que l'on compterait le 15 octobre lorsqu'on serait arrivé au 5. Voulant en outre empêcher le retour de semblables erreurs, il arrêta que, dans l'espace de 400 ans, on retrancherait 3 bissextiles : par conséquent les années 1700 et 1800 n'ont pas été bissextiles; l'an 1900 ne le sera pas non plus, parce que 1600 l'a été; mais 2000 le sera. Tel est le *calendrier Grégorien*, qui fut suivi presque aussitôt de la publication de la bulle, par tous les peuples de la chrétienté. Il n'y eut que les princes protestans qui refusèrent d'abord de l'introduire dans leurs états; mais plus tard, en ayant senti tous les avantages, ils ne s'y refusèrent plus. Il n'y a actuellement en Europe que les Russes et les chrétiens du rite grec qui aient conservé l'année julienne, qui maintenant commence *12 jours* après la nôtre.

Outre la subdivision de l'année en mois, ceux-ci

me oucher l'un l'autre. Si l'on fait $AB = a$, B $BC = b$, il faudra, pour que les cercles se it, que FB soit au moins

$$FB = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{ac^2 + a^2c + abc}}{b}$$

et $$Gb = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{bc^2 + b^2c + abc}}{a}$$

Si ces lignes sont moindres, les deux cercles ne se toucheront et ne se couperont point : si elles sont plus grandes, les cercles se couperont en deux points, qui donneront chacun une solution du problème : que a soit, par exemple, $= 3$, $b = 2$, $c = 1$, on trouvera $FB = \frac{3}{2}$ et $Gb = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{14}{3}}$.

Problème.

Au devant d'un édifice dont CD (*fig.* 26) est la face, est un parterre dont la longueur est AB, on demande le point de cet édifice, d'où l'on verra le parterre AB le plus grand possible.

Soit faite la hauteur CE moyenne proportionnelle entre CB et CA, ce sera la hauteur cherchée; car si l'on décrit par les points A, B, E un cercle, il sera tangent à la ligne CE par la propriété si connue des tangentes et des sécantes. Or, il est aisé de voir que l'angle AEB est plus grand qu'aucun autre AeB, dont le sommet est dans la ligne CD; car l'angle AeB est moindre que AgB, qui est égal à AEB.

Problème.

Un cercle étant donné sur ce plan horizontal, *trouver la position* de l'œil d'où son image, sur le *plan perspectif*, sera encore un cercle.

que de 7 ans ; mais, comme il y a une année bissextile tous les 4 ans, le cycle solaire ne peut être accompli qu'il ne contienne 7 années bissextiles, afin que, le jour excédant de chacune de ces années étant retranché, on puisse venir à une semaine complète.

On appelle *lettres dominicales* les 7 premières lettres de l'alphabet, que l'on place vis-à-vis les jours du mois, et qui marquent successivement, pendant le cours du cycle solaire, les dimanches de chaque année. De ces lettres la première, A, marque toujours le 1^er^. janvier, B le 2, C le 3, ainsi de suite jusqu'au 7 indiqué par G, et le 8 recommence par A. Il résulte de là que, connaissant la lettre qui désigne le dimanche de cette année, elle sera la même pour tous les autres. On conçoit aisément que l'année suivante ne commençant plus par le même jour de la semaine, la lettre A qui est invariable désignera ce jour, et par suite le dimanche changera également de lettre.

La durée de l'année lunaire n'étant que de 354 jours, tandis que année solaire en a 365, il y a à chaque année civile une différence de 11 jours, correspondant à la quantité de jours dont la nouvelle lune est passée. Après 4 ans la nouvelle n'a été devancée que de 3 jours, parce que 3 fois 11 font 33, qui composent une lunaison entière et 3 jours. C'est ce nombre de jours dont excède l'année solaire sur l'année lunaire, que l'on a nommé *épacte*. Ce cycle des épactes expire avec le cycle lunaire de 19 ans, et recommence ensuite pendant le même temps.

Passons maintenant à la résolution des problèmes.

La connaissance du nom du jour de la semaine qui répond à une date quelconque, suffit pour en conclure le nom du lendemain, du surlendemain, de la veille, de l'avant-veille, et enfin de proche en proche, le nom de tous les jours de l'année. On sait d'ailleurs que le nombre des jours qu'on est convenu de *donner à chacun* des mois de l'année est

M. [illegible] prétend qu'en supposant les divisions d'un [illegible]ent mathématiquement exactes, il est impos[illegible] u'avec des verniers et de petits microscopes simples, on puisse discerner trois secondes sur le limbe d'un instrument ; pour le prouver, dit-il, je trace ici avec de l'encre, sur une feuille de papier blanc, deux gros traits en ligne droite, chacun de l'épaisseur de $\frac{1}{12}$ de pouce ou une ligne placée comme la figure 27. Ces deux traits peuvent être considérés comme appartenant, l'un au limbe, et l'autre au vernier de l'instrument. J'expose ce papier dans un lieu h[illegible]é, et je m'en éloigne, perpendi[illegible] plan, à la distance de 28 pieds ; [illegible]its d'un œil : je les vois unis co[illegible] n'était qu'un seul trait continu[illegible]tout : je juge alors qu'*il y* [illegible]s, quoique, dans le fait, ch[illegible]oit éloigné du point corresp[illegible] toute la largeur du trait ou [illegible] la limite de ma vision ; cette li[illegible]ex[illegible]r l'angle sous-tendu de l'objet dan[illegible]vateur, répond à 51''.

Partant, dans un cercle de 9 pieds de circonférence, l'arc d'une seconde occupe 0,001 d'une ligne ; et si nous calculons l'angle que ce petit arc sous-tend dans l'œil armé d'un microscope d'un pouce de foyer, on le trouvera de 17'' ; par conséquent invisible pour moi, si même il était triple, c'est-à-dire 51''. Ainsi, sur un cercle de 3 pieds dans lequel on fait usage des verniers et des microscopes de la force indiquée, il me serait impossible de voir un angle de 3''. Cet angle étant insensible, on ne doit plus s'étonner des valeurs différentes données par le même instrument.

ANAMORPHOSES.

On appelle *anamorphose* en perspective et en peinture, une projection monstrueuse, ou une représentation défigurée de quelque image, qui est faite sur un plan ou sur une surface courbe, et qui néanmoins, à un certain point de vue, paraît régulière et faite avec de justes proportions.

Problème.

Faire une anamorphose, ou une projection monstrueuse sur un plan.

Tracez le carré ABCD (*fig.* 28), d'une grandeur à volonté, et subdivisez-le en aréoles ou en petits carrés. Dans ce carré ou cette espèce de réseau que l'on appelle *prototype craticulaire*, tracez au naturel l'image dont l'apparence doit être monstrueuse; tirez ensuite la ligne *ab* (*fig.* 29), égale à AB, et divisez-la dans le même nombre de parties égales que le côté du prototype AB; au point du milieu E, élevez la perpendiculaire EV, et menez VS perpendiculaire à EV, en faisant la ligne EV d'autant plus longue, et la ligne VS d'autant plus courte, que vous avez dessein d'avoir une image plus difforme. De chaque point de division, tirez au point V des lignes droites, et joignez les points *b*, S, par la ligne droite *b*, S. Par les points *c*, *e*, *f*, *g*, etc., tirez des lignes droites parallèles à *ab*; alors *abcd* sera l'espace où l'on doit tracer la projection monstrueuse; et c'est ce que l'on appelle l'*ectype craticulaire*.

Enfin, dans chaque aréole ou petit trapèze de l'espace *abcd*, dessinez ce que vous voyez tracé dans l'aréole correspondante du carré ABCD; par ce moyen vous aurez une image difforme, qui paraîtra néanmoins dans ses justes proportions si l'œil est placé de manière qu'il en soit éloigné de la

longueur EV, et élevé au-dessus, à la hauteur de VS.

Le ... acle sera beaucoup plus agréable, si l'i-
mage ... gurée ne représente pas un pur chaos,
... que autre apparence : ainsi l'on a vu une
... c des soldats, des chariots, etc., mar-
... l'une de ses rives, représentée avec un tel
ar ... e, quand elle était regardée au point S, il
se ... ue ce fût le visage d'un satyre : mais on
ne ... nner facilement des règles pour cette par-
tie, qu... pend principalement de l'industrie et de
l'adress...

Ou ... quement une anamor-
phos... : on percera de part
en pa... ... s d'aiguille, dans son
contour et ... es points ; ensuite on
l'exposera à ... ougie ou d'une lampe,
et on marquer... ment les endroits où
tombent sur un pl... une surface courbe,
les rayon... vers ces petits trous ;
car ils do... correspondans de l'i-
mage diff... en desquels on peut
achever la déformation.

Problème.

Faire une anamorphose sur la surface convexe d'un cône.

Il paraît assez, par le problème précédent, qu'il ne s'agit que de faire un ectype craticulaire sur la surface d'un cône qui paraisse égal au prototype craticulaire, l'œil étant placé à une distance convenable, au-dessus du sommet du cône.

C'est pourquoi, soit la base du cône divisée par des diamètres en un nombre quelconque de parties égales, ou, ce qui revient au même, soit visée la circonférence de cette base, en tel nombre qu'on voudra de parties égales, et soient tirées par les points de division des lignes droites au centre. Soit *aussi divisé un rayon en quelques parties égales ; par chaque point* de division, décrivez des cercles

concentriques ; par ce moyen vous aurez tracé le prototype craticulaire. Avec le double du diamètre, comme rayon, décrivez le quart de cercle E G (*fig.* 30), afin que l'arc E G soit égal à la circonférence entière, et pliez ce quart de cercle de manière qu'il forme la surface d'un cône, dont la base soit le cercle A B C D ; divisez l'arc E G dans le même nombre de parties égales que le prototype craticulaire est divisé, et tirez des rayons de chacun des points de division ; prolongez G F en I, jusqu'à ce que F I = F G ; du centre I, et du rayon I F, décrivez le quart du cercle F K H, et du point I au point D, tirez la droite I E ; divisez l'arc K F dans le même nombre de parties égales que le rayon du prototype craticulaire, et du centre I, par chaque point de division, tirez des rayons qui rencontrent E F aux points 1, 2, 3, etc. ; enfin du centre F, et des rayons F 1, F 2, F 3, décrivez des arcs concentriques : de cette manière vous aurez l'ectype craticulaire, dont les aréoles paraîtront égales entre elles.

Ainsi, en transportant dans les aréoles de l'ectype craticulaire, ce qui est dessiné dans chaque aréole du prototype craticulaire, vous aurez une image monstrueuse, qui paraîtra néanmoins dans ses justes proportions, si l'œil est élevé au-dessus du sommet du cône, d'une quantité égale à la distance de ce sommet à la base.

Si l'on tire, dans le prototype craticulaire, les cordes des quarts de cercle, et dans l'ectype craticulaire, les cordes de chacun de ses quarts, toutes choses d'ailleurs restant les mêmes, on aura l'ectype craticulaire dans une pyramide quadrangulaire.

Il sera donc aisé de dessiner une image monstrueuse sur toute pyramide, dont la base est un polygone régulier quelconque.

Comme l'illusion est plus parfaite quand on ne peut pas juger, par les objets contigus, de la distance des parties de l'image monstrueuse, il est mieux de ne *regarder* ces sortes d'images que par *un petit trou*.

Problème.

Étant proposé un verre plan concave de 11 pouces de rayon, et un objet placé à 10 pouces de distance sur le prolongement de l'axe, on demande la distance focale et la grandeur apparente de l'objet?

Réponse. L'éloignement de l'image sera égal à 6.66 pouces; la grandeur apparente est les $\frac{2}{3}$ de l'objet.

Problème.

Deux lentilles symétriquement bi-convexes, l'une de 2 pouces de rayon, l'autre de 3 pouces, ayant été placées à 6 pouces d'intervalle l'une de l'autre, de manière que leurs axes se confondent, on demande à quelles distances de leurs surfaces externes sur les axes prolongés, il faudra placer deux petits objets pour que leurs images se confondent en une seule, en se formant dans le milieu de l'intervalle qui les sépare.

Réponse. Les distances cherchées de ces objets devront être de 30 pouces du côté de la lentille, moins convexe, et $4\frac{2}{11}$ pour l'autre.

Problème.

Étant donnée une lentille du même genre que les précédentes avec un petit objet situé sur l'axe, à 5 pouces de sa surface, de manière à projeter du côté opposé une image qui était sensiblement les $\frac{2}{5}$ de l'objet; on voudrait placer vis-à-vis de cette lentille un verre symétriquement bi-concave, tellement qu'un autre petit objet, éloigné pareillement de 5 pouces de sa surface externe, formât son image sous les mêmes dimensions que l'autre, dans la moitié de l'intervalle qui sépare les lentilles.

On demande quelles devront être les courbures des deux verres, et à quelle distance il faudra les mettre l'un de l'autre?

Réponse. Le rayon de verre convexe devra être

été le produit d'une conception purement imaginaire.

Le tableau sur lequel est indiquée la division du temps, par jours, semaines, mois, saisons et années, a reçu le nom de *calendrier*, dérivé des *calendes romaines*, la forme et la distribution en sont extrêmement variables; la comparaison de chacun de ceux employés par les différens peuples est un des travaux les plus importans pour obtenir des résultats positifs sur la chronologie : nous nous bornerons à indiquer les principaux.

D'après les citations de plusieurs auteurs, tels que Géminus et Censorinus, qui ont beaucoup écrit sur cette matière, l'année civile des Egyptiens et des Perses était composée de 365 jours; en sorte que, tous les quatre ans, elle retardait d'un jour sur l'année solaire, et ce n'était qu'après un intervalle de 1460 ans, qu'ils appelaient *période sothiaque* ou *grande année caniculaire*, que les années civiles et solaires se retrouvaient d'accord. Les mois, au nombre de 12 chaque année, étaient de 30 jours chacun ; et, pour compléter l'année, ils ajoutaient 5 jours *épagomènes* ou *complémentaires*. Les Cophtes font encore usage aujourd'hui de ce calendrier, qui servit de modèle à celui de la république française, qui divisait, comme on sait, le mois en 3 *décades* ou semaines de 10 jours

Le calendrier des Grecs fut peut-être celui qui présenta les variations les plus nombreuses : chez eux l'année, d'abord de 360 jours, se divisait en 12 mois de 30 jours chacun; après 2 ans, période que l'on appelait *triétéride*, on intercalait un mois de 30 jours, en sorte que l'on avait alternativement une année de 360 jours et une autre de 390. Cette manière de diviser le temps, suivie jusque 600 ans environ avant notre ère, présentait un grand nombre d'inconvéniens, qui devenaient plus sensibles à mesure que les études astronomiques s'introduisaient dans le pays. On consulta les oracles, qui décidèrent que l'on devait régler l'année sur la mar-

dentes, rayons de courbure soient, de part et d'autre, un pied, et la distance focale de l'image au corps réfringent, neuf pouces, on demande à quelles distances il faudra placer l'objet de part et d'autre pour que son image soit amplifiée dans le même rapport par les deux lentilles, et quel sera ce rapport?

Réponse. En plaçant l'objet à neuf pouces de la lentille d'eau, ou au quadruple de cette distance de la lentille de verre, l'image paraîtra de part et d'autre à peu près double de l'objet.

Problème.

Étant donné un globe de verre sphérique et massif, et un petit objet placé sur le prolongement de l'axe à une distance égale au double du diamètre du globe, on demande 1°. à quelle distance du côté opposé se formera l'image de cet objet; 2°. quelle sera sa grandeur relative: on suppose le rapport de réfraction comme 3 à 2; on obtient le foyer des sphères par la formule:

$$f = \frac{r(2q - p)}{2(p - q)}.$$

Réponse. La distance de l'image sera égale aux $\frac{8}{7}$ du rayon du globe, et l'image sera les $\frac{4}{7}$ de l'objet.

Problème.

Étant proposée une lentille bi-convexe et symétrique, d'une qualité de verre particulière, on demande quel devrait être son *pouvoir réfringent*, c'est-à-dire le rapport entre les sinus d'incidence et de réfraction, pour que le foyer des rayons parallèles proche de l'axe s'étendît du côté opposé à une distance égale au double du rayon de courbure?

Réponse. Le rapport cherché devra être comme *5 à 4.*

Nous empruntons à Ozanam les problèmes suivans.

Problème.

Faire qu'un objet, vu de loin ou de près, paraisse toujours de la même grandeur.

Soit l'objet A B (*fig.* 22) qu'il est question de voir de différentes distances, et toujours sous le même angle, sur A B comme corde, décrivez un arc de cercle quelconque; de tous les points de cet arc C D, vous verrez l'objet A B sous le même angle; car tout le monde sait que les angles ayant A B pour base, et leur sommet dans le segment A C D B, sont égaux.

Problème.

Deux parties inégales d'une même ligne droite étant données, qu'elles soient adjacentes ou non, trouver le point d'où elles paraîtront égales.

Sur A B et B C (*fig.* 23) formez du même côté les deux triangles isocèles semblables A F B, B G C, puis du sommet F, avec le rayon F B, décrivez un cercle, et du point G, avec le rayon G B, décrivez-en un autre qui coupera le premier en D; ce point D sera le point cherché, car A D B = B D C.

Il y a une infinité de points, comme D, qui satisfont au problème, et on démontre que tous ces points sont dans la circonférence d'un demi-cercle tracé du centre I. Ce centre se trouve en menant par les sommets F G des triangles semblables A B F, B G C, la ligne G F jusqu'à sa rencontre en I avec A C prolongée, si les lignes A B, B C, faisaient un angle entre elles, la solution du problème serait toujours la même; les deux arcs de cercle semblables, décrits sur A B, B C, se couperont nécessairement en quelque point D (à moins qu'ils ne se touchent en B), et ce point D donnera également la solution du problème.

La solution du problème sera encore la même si les lignes inégales A B, *bc* proposées (*fig.* 24), ne sont pas contiguës; il y aura seulement cette attention à *avoir, que les rayons F B, G b des deux cercles soient tels*, que ces cercles puissent au

moins se toucher l'un l'autre. Si l'on fait $AB = a$, $Bb = e$, $bC = b$, il faudra, pour que les cercles se touchent, que FB soit au moins

$$FB = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{ac^2 + a^2c + abc}}{b}$$

et

$$Gb = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{bc^2 + b^2c + abc}}{a}$$

Si ces lignes sont moindres, les deux cercles ne se toucheront et ne se couperont point; si elles sont plus grandes, les cercles se couperont en deux points, qui donneront chacun une solution du problème : que a soit, par exemple, $= 3$, $b = 2$, $c = 1$, on trouvera $FB = \frac{1}{2}$ et $Gb = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{14}{3}}$.

Problème.

Au devant d'un édifice dont CD (*fig.* 26) est la face, est un parterre dont la longueur est AB, on demande le point de cet édifice, d'où l'on verra le parterre AB le plus grand possible.

Soit faite la hauteur CE moyenne proportionnelle entre CB et CA, ce sera la hauteur cherchée; car si l'on décrit par les points A, B, E un cercle, il sera tangent à la ligne CE par la propriété si connue des tangentes et des sécantes. Or, il est aisé de voir que l'angle AEB est plus grand qu'aucun autre AeB, dont le sommet est dans la ligne CD; car l'angle AeB est moindre que AgB, qui est égal à AEB.

Problème.

Un cercle étant donné sur ce plan horizontal, *trouver la* position de l'œil d'où son image, sur le *plan perspectif*, sera encore un cercle

Nous supposons que le lecteur connaît le principe fondamental de toute représentation perspective, qui consiste à imaginer entre l'œil et l'objet un plan vertical que l'on nomme *perspectif*. On conçoit de chaque point de l'objet des rayons allant à l'œil. Si ces rayons laissaient une trace sur le plan vertical ou perspectif, il est évident qu'elle produirait la même sensation sur cet œil que l'objet même, puisqu'ils peindraient la même image sur la rétine.

Soit donc A C le diamètre du cercle (*fig.* 26) dans le plan horizontal, A C P la perpendiculaire au plan perspectif, Q R la section de ce plan, par un plan vertical élevé sur A P, et P O la perpendiculaire à l'horizon et à la ligne A P, sur laquelle il s'agit de trouver le point O que l'œil doit occuper pour que la représentation *a c* du cercle A C soit aussi un cercle.

Faites P O moyenne proportionnelle entre A P et C P, le point O sera le point cherché ; car si

$$AP : PO :: PO : CP$$

les triangles P A O, C O P seront semblables, et les angles P A O, C O P seront égaux : donc, les angles P A O et C c Q ou P A O et R c O seront aussi égaux : d'où il suit que dans le petit triangle *a c* O, l'angle en *c* sera égal à l'angle O A C, et l'angle en O étant commun aux triangles A O C, *a* O *c*, les deux autres A C O, *c a* O seront égaux : donc

$$AO : CO :: cO : aO.$$

Le cône oblique A C O est coupé sous-contrairement par le plan vertical Q R, et la nouvelle section est un cercle, comme on le démontre dans les sections coniques.

Problème.

Expliquer la cause des différences trouvées par deux observations dans la valeur d'un angle pris dans *les mêmes* circonstances et avec le même instrument.

JANVIER.			FÉVRIER.		MARS.	
J. du M.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.
1	*	A	29	D	*	D
2	29	B	28	E	29	E
3	28	C	27	F	28	F
4	27	D	25.26	G	27	G
5	26	E	25.24	A	26	A
6	25	F	23	B	25	B
7	24	G	22	C	24	C
8	23	A	21	D	23	D
9	22	B	20	E	22	E
10	21	C	19	F	21	F
11	20	D	18	G	20	G
12	19	E	17	A	19	A
13	18	F	16	B	18	B
14	17	G	15	C	17	C
15	16	A	14	D	16	D
16	15	B	13	E	15	E
17	14	C	12	F	14	F
18	13	D	11	G	13	G
19	12	E	10	A	12	A
20	11	F	9	B	11	B
21	10	G	8	C	10	C
22	9	A	7	D	9	D
23	8	B	6	E	8	E
24	7	C	5	F	7	F
25	6	D	4	G	6	G
26	5	E	3	A	5	A
27	4	F	2	B	4	B
28	3	G	1	C	3	C
29	2	A			2	D
30	1	B			1	E
31	*	C			*	F

CALENDRIER GRÉGORIEN, PERPÉTUEL.

AVRIL.			MAI.		JUIN.	
J. du M.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.
1	29	G	28	B	27	E
2	28	A	27	C	25.26	F
3	27	B	26	D	25.24	G
4	25.26	C	25	E	23	A
5	25.24	D	24	F	22	B
6	23	E	23	G	21	C
7	22	F	22	A	20	D
8	21	G	21	B	19	E
9	20	A	20	C	18	F
10	19	B	19	D	17	G
11	18	C	18	E	16	A
12	17	D	17	F	15	B
13	16	E	16	G	14	C
14	15	F	15	A	13	D
15	14	G	14	B	12	E
16	13	A	13	C	11	F
17	12	B	12	D	10	G
18	11	C	11	E	9	A
16	10	D	10	F	8	B
20	9	E	9	G	7	C
21	8	F	8	A	6	D
22	7	G	7	B	5	E
23	6	A	6	C	4	F
24	5	B	5	D	3	G
25	4	C	4	E	2	A
26	3	D	3	F	1	B
27	2	E	2	G	•	C
28	1	F	1	A	29	D
29	•	G	•	B	28	E
30	29	A	29	C	27	F
31			28	D		

	LET.		AOUT.		SEPTEMBBE.	
J. du M.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.
1	26	G	25.24	C	23	F
2	25	A	23	D	22	G
3	24	B	22	E	21	A
4	23	C	21	F	20	B
5	22	D	20	G	19	C
6	21	E	19	A	18	D
7	20	F	18	B	17	E
8	19	G	17	C	16	F
9	18	A	16	D	15	G
10	17	B	15	E	14	A
11	16	C	14	F	13	B
12	15	D	13	G	12	C
13	14	E	12	A	11	D
14	13	F	11	B	10	E
15	12	G	10	C	9	F
16	11	A	9	D	8	G
17	10	B	8	E	7	A
18	9	C	7	F	6	B
19	8	D	6	G	5	C
20	7	E	5	A	4	D
21	6	F	4	B	3	E
22	5	G	3	C	2	F
23	4	A	2	D	1	G
24	3	B	1	E	*	A
25	2	C	*	F	29	B
26	1	D	29	G	28	C
27	*	E	28	A	27	D
28	29	F	27	B	25.26	E
29	28	G	26	C	25.24	F
30	27	A	25.25	D	23	G
31	25.26	B	24	E		

$$R = \left[\frac{23 + 5 - 1}{7}\right] = \frac{27}{7} = 3 \text{ et un reste } 6.$$

Le nom du 1er. mars 1823 était donc un samedi, et lorsqu'on connaît la dénomination du premier jour d'un mois, on a celle des

1. 8. 15. 22. 29.

Car, puisque ces nombres diffèrent de 7, les dénominations sont les mêmes.

Problème.

On demande quel sera l'initial de mars 1848.

$$R = \left[\frac{48 + 12 - 1}{7}\right] = \frac{59}{7} = 8 \text{ et un reste } 3.$$

Donc le 1er. mars 1848 sera un mercredi.

La table suivante, que nous empruntons à l'Uranographie de Francœur, résoudra le problème pour tous les siècles futurs et passés.

A	B	C	D
Mercredi.	Lundi.	Samedi.	Jeudi.
Jeudi.	Mardi.	Dimanche.	Vendredi.
Vendredi.	Mercredi.	Lundi.	Samedi.
Samedi.	Jeudi.	Mardi.	Dimanche.
Mardi.	Dimanche.		Vendredi.
Mercredi.	Lundi.		Samedi.
Jeudi.	Mardi.		Dimanche.
Vendredi.	Mercredi.		Lundi.

USAGE DE LA TABLE.

D 1800 à 1900 on compte, en partant de la colonne C, 1800 sur le premier nom (samedi), 1801 sur le deuxième (dimanche),..... 1804 sur le pre-

[illegible] us donnerons, d'après l'Encyclopédie ma[illegible]ue, le *Calendrier des Romains*, tel qu'il fut [illegible]ar Jules-César; il contient les 12 mois comme celui de Numa, les uns de 30 jours, les autres de 31; mais au lieu de compter comme nous, le premier du mois, le 2, le 3, etc., le premier jour s'appelait jour des calendes, le suivant était le quatrième ou le sixième avant les nones.

Dans ce calendrier, on voit le même ordre et la même suite de mois que dans celui de Numa; janvier, mars, mai, quintil ou juillet, sextil ou août, octobre et décembre, ont chacun 31 jours; et les quatre mois, avril, juin, septembre et novembre, seulement 30. Février, dans les années communes, n'a que 28 jours, et 29 dans les années intercalaires ou bissextiles. La suite des huit lettres *nundinales* est placée sans interruption depuis le premier jusqu'au dernier jour de l'année, pour qu'il y ait toujours à chaque année une lettre qui marque les jours des assemblées, appelées *nundinæ* par les Romains, et qui revenaient tous les neuf jours : les citoyens de la campagne se rendaient à la ville ces jours-là, pour y apprendre ce qui concernait la discipline, la religion ou le gouvernement. C'est pourquoi si le jour nundinal de la première année était sous la lettre A, qui est au premier, au neuvième, au dix-septième, au vingt-cinquième de janvier, etc, la lettre du jour nundinal de l'année suivante était D, qui est au quatrième, au douzième, au vingtième du même mois, etc. Car la lettre A se trouvant aussi au vingt-septième de décembre, si de ce jour on compte huit lettres, outre les quatre B, C, D, E, qui restent après A dans le mois de décembre, il en faudra prendre quatre autres au commencement de janvier de l'année suivante, savoir, A, B, C, D, afin que la lettre D, qui se trouve la première dans le mois de janvier, soit la neuvième après le dernier A du mois de décembre précédent, et qu'elle soit par conséquent la lettre *nundinale*, ou qui marque les jours de ces assemblées, auxquelles on peut donner aussi le nom de

foires ou *marchés publics*. Ainsi, par le même calcul, la lettre nundinale de la troisième année sera G, celle de la quatrième B, et ainsi des autres, à moins qu'il n'arrive du changement par l'intercalation.

Pour entendre les lettres marquées dans la seconde colonne pour la qualité de chaque jour, il faut savoir que l'on ne pouvait plaider et juger qu'à certains jours. On appelait *fastos*, en français *fastes*, les jours auxquels on pouvait rendre la justice, *quibus fas esse jure agere*; et *nefastos*, ceux auxquels cela n'était pas permis, *quibus nefas esset*, comme nous l'apprenons dans ces deux vers d'Ovide :

Ille nefastus erit per quem tria verba silentur;
Fastus erit per quem jure licebis agi.

C'est-à-dire, que le jour est néfaste, dans lequel le préteur ne prononce point les trois mots solennels, ou la formule de droit, *do*, *dico*, *addico*, comme on dirait chez nous qu'il est fête ou vacance au palais; il y avait aussi de certains jours qu'on appelait *comitiaux*, marqués par un C, dans lesquels le peuple s'assemblait au champ de Mars, pour élire les magistrats, ou pour y traiter des affaires de la république; ces assemblées du peuple étaient appelées *comitia*, comices. Le prêtre ou sacrificateur, qui était appelé *Rex*, se trouvait quelquefois dans ces comices; enfin il y avait un jour de l'année où l'on avait coutume de nettoyer le temple de Vesta, et d'en transporter le fumier; ce qui se faisait avec tant de cérémonie, qu'il n'était pas permis de plaider pendant ce temps-là.

Ces remarques suffisent pour entendre les lettres de la seconde colonne. 1°. La lettre N signifie *nefastus dies*, ou *jour néfaste*; cela signifie qu'on ne peut pas rendre la justice en ce jour. 2°. F, ou *fastus*, veut dire qu'on peut rendre la justice. 3°. F P, ou *fastus primâ parte diei*, signifie qu'on peut la rendre dans la première partie du jour. 4°. N P, ou *nefastus primâ parte diei*, qu'on ne peut

idre dans la première partie du jour.
u *endotercisus* ou *intercisus*, c'est-à-dire
, qu'on le peut dans certaines heures,
et le peut pas dans d'autres. 6°. C, ou
co, veut dire que l'on tient en ce jour-là les
assemblée qu'on appelle *comices*. 7°. Quand il y a
ces lettre Q, *rex* C, F, ou *quando rex comitavit fas*,
qu'on l' peut lorsque le sacrificateur, appelé le
roi, a isté aux comices. 8°. Enfin ces lettres
Q, S F, signifient *quando stercus delatum fas*,
qu'o ut aussitôt que le fumier a été transporté
hors de la déesse Vesta.

ro colonne est pour les dix-neuf ca-
ra res du cycle lunaire, ou *nombre d'or*, nouvelles lunes dans toute l'année, auquel elles arrivaient du temps de Jules-César; ou moins plusieurs savans ont pensé qu'on avait compté ainsi dès le temps de César, et qu'on avait pris pour la première année du cycle lunaire l'an 45 avant J.-C., ou l'année de la réforme julienne; il est vrai que la nouvelle lune, cette année-là, fut le 1er. janvier: mais Scaliger et Petau pensent que ces nombres n'ont été mis dans le *calendrier* julien que depuis le concile de Nicée.

Quoi qu'il en soit, cette colonne est tirée de Gauricus, et le P. Petau, *l.* 6, *c.* 14, en a donné l'explication détaillée. Dans la première année du cycle de dix-neuf ans, la nouvelle lune arrivait le 1er. janvier et le 31, le 1er. mars et le 31, le 29 avril, etc., en sorte qu'on trouve le nombre 1 vis-à-vis de tous ces jours-là. Le nombre II se trouve vis-à-vis de tous les jours de l'année, où arrivait la nouvelle lune dans la seconde année de chaque cycle de dix-neuf ans, comme au 20 janvier, au 18 février, etc., qui étaient des jours de nouvelle lune, l'an 44 avant J.-C. ou 43, suivant la manière de compter des astronomes. Cela suffirait pour trouver les nouvelles lunes d'une année quelconque dans l'histoire romaine; car tous les dix-neuf ans elles revenaient *au 1er. janvier*.

La quatrième colonne marque la suite des jour des mois, suivant notre usage; on les a mis pou montrer le rapport qu'il y a entre la manière d nommer et de compter les jours des Romains et la nôtre, et faire voir quels sont, selon notre façon decompter, les jours auxquels les fêtes romaines peuvent répondre.

La cinquième colonne contient la division des mois en calendes, nones et ides, qui étaient en usage parmi les Romains. Les mois de mars, mai, juillet et octobre ont six jours de nones, et tous les autres n'en ont que quatre; mais il y a dans tous huit jours d'ides; ce qu'il faut entendre ainsi, savoir : que le premier jour de chaque mois s'appelle toujours *calendæ* ou *kalendæ*, les calendes; qu'aux quatre mois, mars, mai, juillet et octobre, le septième du mois s'appelle *nonæ*, les nones, et le treizième *idus*, les ides. Les autres jours se comptent à rebours du mois suivant, comme le 28, le 29, etc., avant les calendes du mois suivant. Les jours qui sont depuis les calendes jusqu'aux nones, prennent le nom de nones du mois courant: les autres jours qui sont entre les nones et les ides, prennent aussi le nom des ides du même mois; mais tous les autres jours, depuis les ides jusqu'à la fin, prennent le nom des calendes du mois suivant. On voit, au reste, que les tables des fastes, sur lesquelles les Romains plaçaient leurs mois et leurs jours par année, prirent dans la suite le nom de *calendrier*, parce que ce nom de *calendes* était écrit en gros caractères à la tête de chaque mois.

Enfin la dernière colonne comprend les choses qui appartiennent principalement à la religion des Romains, comme sont les fêtes, les sacrifices, les jeux, les cérémonies, les jours heureux ou malheureux; aussi bien que les commencemens des signes, les quatre points cardinaux de l'année, qui sont les quatre saisons, le lever et le coucher des étoiles. Cela était d'un grand usage parmi les anciens, qui *en sont long-temps servi pour marquer la différence*

saisons ; au lieu de *calendrier*, au moins jusqu'à
qu'il eût été rédigé dans une forme plus régu-
e par la correction de Jules-César. Nous voyons
s la plupart des livres anciens que l'on se gou-
naît entièrement par l'observation du lever et
coucher des étoiles, dans la navigation, dans
riculture, dans la médecine et dans la plus
ıde partie des affaires publiques et particulières,
:e que les apparitions d'étoiles étaient plus fa-
s à bien distinguer que les limites des saisons
'inégalité des jours.

JANVIER,

SOUS LA PROTECTION DE JUNON.

Lettres nundinales.	Qualités des Jours.	nona. p'on.	J. du mois.			
A	F	1	1	*Kal.*	Januar.	Sacrifices à Janus, à Junon, à Jupiter et à Esculape.
B	F		2	4	Nonas.	Jour malheureux, *Dies ater*.
C	C	9	3	3	Nonas.	Coucher de l'Ecrevisse.
D	C		4	Pridie	Nonas.	
E	F	18	5	*Nonis*	Januar.	Lever de la Lyre. Coucher au soir de l'Aigle.
F	F	6	6	8	Idus.	
G	C		7	7	Idus.	
H	C	14	8	6	Idus.	Sacrifices à Janus.
A		3	9	5	Idus.	Les Agonales.
B	EN		10	4	Idus.	Milieu de l'hiver.
C	NP	11	11	3	Idus.	Les Carmentales.
D	C		12	Pridie	Idus.	Les Compitales.
E	NP	19	13	*Idibus*	Januar.	Les trompettes font des publication par la ville, en habit de femme
F	EN	8	14	19	K. Febr.	Jour vicieux par décret du Sénat
G			15	18	K. Febr.	A Carmenta, Porrima et Postverta
H	C	16	16	17	K. Febr.	A la Concorde. Commencement d coucher au matin du Lion.
A	C	5	17	16	K. Febr.	Le Soleil dans le Verseau.
B	C		18	15	K. Febr.	
C	C	13	19	14	K. Febr.	
D	C	2	20	13	K. Febr.	
E	C		21	12	K. Febr.	
F	C	10	22	11	K. Febr.	
G	C		23	10	K. Febr.	Coucher de la Lyre.
H	C	18	24	9	K. Febr.	Les fêtes sementines ou des s mailles.
A	C	7	25	8	K. Febr.	
B	C		26	7	K. Febr.	
C	C	15	27	6	K. Febr.	A Castor et Pollux.
D	C	4	28	5	K. Febr.	
E	F		29	4	K. Febr.	Les Equiries au champ de Mar
F	F	12	30	3	K. Febr.	Coucher de la Fidicule, ou Les Pacales, ou Dédica l'Autel de la Paix.
G		1	31	Pridie	K. Febr.	Aux dieux Pénates.

FÉVRIER,

SOUS LA PROTECTION DE N

Lettr. mondin	de		J. du mois.			
H	N	9	1	*Kal.*	Febr.	A Junon Sospita, à Jupite cule, à Diane. Les Luca
A	N	18	2	4	Nonas.	
B	N		3	3	Nonas.	Coucher de la Lyre et du du Lion.
C	N	6	4	Pridie	Nonas.	Coucher du Dauphin.
D	N		5	*Nonis*	Febr.	Lever du Verseau.
E	N	14	6	8	Idus.	
F	N	3	7	7	Idus.	
G	N		8	6	Idus.	
H	N	11	9	5	Idus.	Commencement du printe
A	N		10	4	Idus.	
B	N	19	11	3	Idus.	Jeux génialiques. Lever de
C	N	8	12	Pridie	Idus.	
D	N P		13	*Idibus*	Febr.	A Faune et à Jupiter. Défait des Fabiens.
E	C	16	14	16	K. Mart.	Lever du Corbeau, de la du Serpent.
F	N P	5	15	15	K. Mart.	Les Lupercales.
G	E N D		16	14	K. Mart.	Le Soleil au signe des Poi
H	N P	13	17	13	K. Mart.	Les Quirinales.
A	C	2	18	12	K. Mart.	Les Fornacales. Les Fér dieux Mânes.
B	C		19	11	K. Mart.	
C	C	10	20	10	K. Mart.	
D	F		21	9	K. Mart.	A la déesse Muta ou Laru Férales.
E	C	18	22	8	K. Mart.	Les Carysties.
F	N P	7	23	7	K. Mart.	Les Terminales.
G	N		24	6	K. Mart.	Le Régifuge. Lieu du Bis
H	C	15	25	5	K. Mart.	Lever au soir de l'Arctur
A	E N	4	26	4	K. Mart.	
B	N P		27	3	K. Mart.	Les Equiries au champ
C	C	12	28	Pridie	K. Mart.	Les Tarquins vaincus.

Lettres dominicales.	Qualités des jours.	Nones. Ides.	J. du mois.	MARS, SOUS LA PROTECTION DE MINERVE.
D	N P	1	1	*Kal.* Mart. Les Matronales. A Mars. Fêtes des Anciles.
E	F		2	6 Nonas. A Junon Lucine.
F	C	9	3	5 Nonas. Coucher du second des Poissons.
G	C		4	4 Nonas.
H	C	17	5	3 Nonas. Coucher de l'Arcture. Lever du Vendangeur. Lever de l'Ecrevisse.
A	N P	6	6	Pridie Nonas. Les Vestaliennes. En ce jour, Auguste fut créé grand Pontife.
B	F		7	*Nonis* Mart. A Vé-Jupiter au bois de l'asile. Lever du Pégase.
C	F	14	8	8 Idus. Lever de la Couronne.
D	C	3	9	7 Idus. Lever de l'Orion. Lever du Poisson septentrional.
E	C		10	6 Idus.
F	C	11	11	5 Idus.
G	C		12	4 Idus.
H	E N	19	13	3 Idus. Ouverture de la mer.
A	N P	8	15	Pridie Idus. Les Equiries secondes sur le Tibre.
B	N P		14	*Idibus* Mart. A Anna Pérenna. Le Parricide. Coucher du Scorpion.
C	F	16	16	17 K. Apr.
D	N P	5	17	16 K. Apr. Les Libérales ou les Bacchanales. Les Agones. Coucher du Milan.
E	C		18	15 K. Apr. Le soleil au signe du Bélier.
F	N	13	19	14 K. Apr. Les Quinquatres de Minerve pendant cinq jours.
G	C	2	20	13 K. Apr.
H	C		21	12 K. Apr. Premier jour du siècle. Coucher au matin du Cheval.
A	N	10	22	11 K. Apr.
B	N P		23	10 K. Apr. Le Tubilustre.
C	Q.Rex.CF.	18	24	9 K. Apr.
D	C	7	25	8 K. Apr. Les Hilaries à la mère des dieux. Équinoxe du printemps.
E	C		26	7 K. Apr.
F	N P	15	27	6 K. Apr. En ce jour, César se rendit maître d'Alexandrie.
G	C		28	5 K. Apr. Les Mégaléziens.
H	C	4	29	4 K. Apr.
I	C	1	30	3 K. Apr. A Janus, à la Concorde, à et à la Paix.
	C	12	31	Pridie K. Apr. A la Lune ou à Diane sur'

AVRIL,
SOUS LA PROTECTION DE VÉNUS.

Lettres nundinales.	Qualités des jours.	nomb. d'or.	J. du m		
C	N	9	1	*Kal.*	Aprilis. A Vénus, avec des fleurs et du myrte. A la Fortune virile.
D	C		2	4	Nonas. Coucher des Pléiades.
E	C	18	3	3	Nonas.
F	C	6	4	Pridie	Nonas. Jeux Mégalésiens à la mère des dieux, pendant huit jours.
G			5	*Nonis.*	Aprilis. A la Fortune publique citérieure.
H	N P	14	6	8	Idus. Jeux pour la victoire remportée par César sur Juba en Afrique.
A	N	3	7	7	Idus. Naissance d'Apollon et de Diane.
B	N		8	6	Idus. Coucher de la Balance. Coucher d'Orion.
C	N	11	9	5	Idus.
D	N		10	4	Idus. Les Cérèales. Les jeux Circenses.
E	N	19	11	3	Idus. A la Fortune primigénie.
F	N	8	12	Pridie	Idus. La mère des dieux amenée à Rome. Jeux en l'honneur de Cérès, pendant 8 jours.
G	N P		13	*Idibus*	April. A Jupiter vainqueur, et à la liberté.
H	N	16	14	18	K. Maii.
A	N P	5	15	17	K. Maii. Les Fordicides ou Fordicales.
B	N		16	16	K. Maii. Auguste salué empereur. Coucher des Hyades.
C	N	13	17	15	K. Maii.
D	N	2	18	14	K. Maii. Les Équiries au grand Cirque. Brûlement des renards.
E	N		19	13	K. Maii. Les Cérèales. Le Soleil au signe du Taureau
F	N	10	20	12	K. Maii.
G	N P		21	11	K. Maii. Les Palilliennes ou Pariliennes. Naissance de Rome.
H	N	18	22	10	K. Maii. Les secondes Agoniennes ou Agonales.
A	N P	7	23	9	K. Maii. Les premières Vinaliennes à Jupiter et à Vénus.
B	C		24	8	K. Maii.
C	N P	15	25	7	K. Maii. Les Robigales. Coucher du Belier. Milieu du printemps.
D	F	4	26	6	K. Maii. Lever du Chien. Lever des Chevreaux.
E	C		27	5	K. Maii. Les Féries latines au Mont-Sacré.
F	N P	12	28	4	K. Maii. Les Florales pendant six jours. Lever au matin de la Chevre.
G	C	1	29	3	K. Maii. Coucher au soir du Chien.
A	C		30	Pridie	K. Maii. A Vesta Palatine. Les premières Larent

CALENDRIER GRÉGORIEN, PERPÉTUEL.

AVRIL.			MAI.		JUIN.	
J. du M.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.	ÉPACTES.	Let. dom.
1	29	G	28	B	27	E
2	28	A	27	C	25.26	F
3	27	B	26	D	25.24	G
4	25.26	C	25	E	23	A
5	25.24	D	24	F	22	B
6	23	E	23	G	21	C
7	22	F	22	A	20	D
8	21	G	21	B	19	E
9	20	A	20	C	18	F
10	19	B	19	D	17	G
11	18	C	18	E	16	A
12	17	D	17	F	15	B
13	16	E	16	G	14	C
14	15	F	15	A	13	D
15	14	G	14	B	12	E
16	13	A	13	C	11	F
17	12	B	12	D	10	G
18	11	C	11	E	9	A
16	10	D	10	F	8	B
20	9	E	9	G	7	C
21	8	F	8	A	6	D
22	7	G	7	B	5	E
23	6	A	6	C	4	F
24	5	B	5	D	3	G
25	4	C	4	E	2	A
26	3	D	3	F	1	B
27	2	E	2	G	*	C
28	1	F	1	A	29	D
29	*	G	*	B	28	E
30	29	A	29	C	27	F
31			28	D		

AVRIL,
SOUS LA PROTECTION DE VÉNUS.

Qualités des jours.	NOMB. D'OR.	J. du mois.		
N	9	1	*Kal.* Aprilis.	A Vénus, avec des fleurs et du myrte. A la Fortune virile.
C		2	4 Nonas.	Coucher des Pléiades.
C	18	3	3 Nonas.	
C	6	4	Pridie Nonas.	Jeux Mégalésiens à la mère des dieux, pendant huit jours.
		5	*Nonis.* Aprilis.	A la Fortune publique citérieure.
N P	14	6	8 Id...	J... la victoire remportée par Juba en Afrique.
N	3	7	7 Idus.	Naissance d'Apollon et de Diane.
N		8	6 Idus.	Coucher de la Balance. Coucher d'Orion.
N	11	9	5 Idus.	
N		10	4 Idus.	Les Cérèales. Les jeux Circenses.
N	19	11	3 Idus.	A la Fortune primigénie.
N	8	12	Pridie Idus.	La mère des dieux amenée à Rome. Jeux en l'honneur de Cérès, pendant 8 jours.
N P		13	*Idibus* April.	A Jupiter vainqueur, et à la liberté.
N	16	14	18 K. Maii.	
N P	5	15	17 K. Maii.	Les Fordicides ou Fordicales.
N		16	16 K. Maii.	Auguste salué empereur. Coucher des Hyades.
N	13	17	15 K. Maii.	
N	2	18	14 K. Maii.	Les Équiries au grand Cirque. Brûlement des renards.
N		19	13 K. Maii.	Les Céréales. Le Soleil au signe du Taureau.
N	10	20	12 K. Maii.	
N P		21	11 K. Maii.	Les Palilliennes ou Pariliennes. Naissance de Rome.
N	18	22	10 K. Maii	Les secondes Agoniennes ou Agonales.
N P	7	23	9 K. Maii.	Les premières Vinaliennes à Jupiter et à Vénus.
C		24	8 K. Maii.	
N P	15	25	7 K. Maii.	Les Robigales. Coucher du Bélier. Milieu du printemps.
F	4	26	6 K. Maii.	Lever du Chien. Lever des Chevreaux.
C		27	5 K. Maii.	Les Féries latines au Mont-Sacré.
N P	12	28	4 K. Maii.	Les Florales pendant six jours. Lever au matin de la Chèvre.
C	1	29	3 K. Maii.	Coucher au soir du Chien.
C		30	Pridie K. Maii.	A Vesta Palatine. Les premières Larentales

MAI,
SOUS LA PROTECTION D'APOLLON.

Lettres dominicales	Qualités des jours.	NOMB. D'OR.	J. du mois.			
A	N	9	1	*Kal.*	Maii.	A la bonne Déesse. Aux Lares Prestites ou Protecteurs. Jeux floraux pendant trois jours.
B	F		2	6	Nonas.	Les Compitales.
C	C		3	5	Nonas.	Lever du Centaure et des Hyades.
D	C	17	4	4	Nonas.	
E	C	6	5	3	Nonas.	Lever de la Lyre.
F	C		6	Pridie	Nonas.	Coucher du milieu du Scorpion.
G	N	14	7	*Nonis*	Maii.	Lever au matin des Virgilies, ou Pléiades.
H	F	3	8	8	Idus.	Lever de la Chevrette. (Chèvre.)
A	N		9	7	Idus.	Les Lémuriennes de nuit pendant trois jours. Les Luminaires.
B	C	11	10	6	Idus.	
C	N		11	5	Idus.	Coucher d'Orion. Jour malheureux pour se marier.
D	N P	19	12	4	Idus.	A Mars le vengeur au Cirque.
E	N	8	13	3	Idus.	Les Luminaires. Lever des Pléiades. Commencement de l'été.
F	C		14	Pridie	Idus.	A Mercure. Lever du Taureau.
G	N P	16	15	*Idibus*	Maii.	A Jupiter. Fêtes des marchands. Naissance de Mercure. Lever de la Lyre.
H	F	5	16	17	K. Jun.	
A	C		17	16	K Jun.	
B	C	13	18	15	K. Jun.	
C	C	2	19	14	K. Jun.	Le Soleil dans les Gémeaux.
D	C		20	13	K. Jun.	
E	N P	10	21	12	K. Jun.	Les Agonales ou Agon. de Janus
F	N		22	11	K. Jun.	A Vé-Jupiter. Lever du Chien.
G	N P	18	23	10	K. Jun.	Les Féries de Vulcain. Les Tub.
H	Q.Rex.C.F.	7	24	9	K. Jun.	
A	C		25	8	K. Jun.	A la Fortune. Lever de l'Aigle
B	C	15	26	7	K. Jun	Le second Régifuge. Coucher de l'Arcture.
C	C	4	27	6	K. Jun.	Lever des Hyades.
D	C		28	5	K. Jun	
E	C	12	29	4	K. Jun.	
F	C	1	30	3	K. Jun.	
G	C	9	31	Pridie	K. Jun.	

Nous donnerons, d'après l'Encyclopédie ma[illegible]ie, le *Calendrier des Romains*, tel qu'il fut établi par Jules-César; il contient les 12 mois comme celui de Numa, les uns de 30 jours, les autres de 31; mais au lieu de compter comme nous, le premier du mois, le 2, le 3, etc., le premier jour s'appelait jour des calendes, le suivant était le quatrième ou le sixième avant les nones.

Dans ce calendrier, on voit le même ordre et la même suite de mois que dans celui de Numa; janvier, mars, mai, quintil ou juillet, sextil ou août, octobre et décembre, ont chacun 31 jours; et les quatre mois, avril, juin, septembre et novembre, seulement 30. Février, dans les années communes, n'a que 28 jours, et 29 dans les années intercalaires ou bissextiles. La suite des huit lettres *nundinales* est placée sans interruption depuis le premier jusqu'au dernier jour de l'année, pour qu'il y ait toujours à chaque année une lettre qui marque les jours des assemblées, appelées *nundinæ* par les Romains, et qui revenaient tous les neuf jours : les citoyens de la campagne se rendaient à la ville ces jours-là, pour y apprendre ce qui concernait la discipline, la religion ou le gouvernement. C'est pourquoi si le jour nundinal de la première année était sous la lettre A, qui est au premier, au neuvième, au dix-septième, au vingt-cinquième de janvier, etc, la lettre du jour nundinal de l'année suivante était D, qui est au quatrième, au douzième, au vingtième du même mois, etc. Car la lettre A se trouvant aussi au vingt-septième de décembre, si de ce jour on compte huit lettres, outre les quatre B, C, D, E, qui restent après A dans le mois de décembre, il en faudra prendre quatre autres au commencement de janvier de l'année suivante, savoir, A, B, C, D, afin que la lettre D, qui se trouve la première dans le mois de janvier, soit la neuvième après le dernier A du mois de décembre précédent, et qu'elle soit par conséquent la lettre *nundinale*, ou qui marque les jours de ces assemblées, auxquelles on peut donner aussi le nom de

foires ou *marchés publics*. Ainsi, par le même calcul, la lettre nundinale de la troisième année sera G, celle de la quatrième B, et ainsi des autres, à moins qu'il n'arrive du changement par l'intercalation.

Pour entendre les lettres marquées dans la seconde colonne pour la qualité de chaque jour, il faut savoir que l'on ne pouvait plaider et juger qu'à certains jours. On appelait *fastos*, en français *fastes*, les jours auxquels on pouvait rendre la justice, *quibus fas esse jure agere*; et *nefastos*, ceux auxquels cela n'était pas permis, *quibus nefas esset*, comme nous l'apprenons dans ces deux vers d'Ovide :

Ille nefastus erit per quem tria verba silentur;
Fastus erit per quem jure licebis agi.

C'est-à-dire, que le jour est néfaste, dans lequel le préteur ne prononce point les trois mots solennels, ou la formule de droit, *do*, *dico*, *addico*, comme on dirait chez nous qu'il est fête ou vacance au palais; il y avait aussi de certains jours qu'on appelait *comitiaux*, marqués par un C, dans lesquels le peuple s'assemblait au champ de Mars, pour élire les magistrats, ou pour y traiter des affaires de la république; ces assemblées du peuple étaient appelées *comitia*, comices. Le prêtre ou sacrificateur, qui était appelé *Rex*, se trouvait quelquefois dans ces comices; enfin il y avait un jour de l'année où l'on avait coutume de nettoyer le temple de Vesta, et d'en transporter le fumier; ce qui se faisait avec tant de cérémonie, qu'il n'était pas permis de plaider pendant ce temps-là.

Ces remarques suffisent pour entendre les lettres de la seconde colonne. 1°. La lettre N signifie *nefastus dies*, ou *jour néfaste*; cela signifie qu'on ne peut pas rendre la justice en ce jour. 2°. F, ou *fastus*, veut dire qu'on peut rendre la justice. 3°. F P, ou *fastus primâ parte diei*, signifie qu'on peut la rendre dans la première partie du jour. 4°. N P, ou *nefastus primâ parte diei*, qu'on ne peut

pa dre dans la première partie du jour. 5° a *endotercisus* ou *intercisus*, c'est-à-dire en , qu'on le peut dans certaines heures, et ne le peut pas dans d'autres. 6°. C, ou *comitiales* veut dire que l'on tient en ce jour-là les assembl qu'on appelle *comices*. 7°. Quand il y a ces lettr Q, *rex* C, F, ou *quando rex comitavit fas*, qu'on le eut lorsque le sacrificateur, appelé le *roi*, a as sté aux comices. 8°. Enfin ces lettres Q, S T, I F, signifient *quando stercus delatum fas*, qu'on le p. it aussitôt que le fumier a été transporté hors du t de la déesse Vesta.

La troi colonne est pour les dix-neuf caract res du cycle lunaire, ou *nombre d'or* r les nouvelles lunes dans toute l'année, 'ordre auquel elles arrivaient du temps de Jules-César; du moins plusieurs savans ont pensé qu'on avait compté ainsi dès le temps de César, et qu'on avait pris pour la première année du cycle lunaire l'an 45 avant J.-C., ou l'année de la réforme julienne; il est vrai que la nouvelle lune, cette année-là, fut le 1er. janvier; mais Scaliger et Petau pensent que ces nombres n'ont été mis dans le *calendrier* julien que depuis le concile de Nicée.

Quoi qu'il en soit, cette colonne est tirée de Gauricus, et le P. Petau, *l.* 6, *c.* 14, en a donné l'explication détaillée. Dans la première année du cycle de dix-neuf ans, la nouvelle lune arrivait le 1er. janvier et le 31, le 1er. mars et le 31, le 29 avril, etc., en sorte qu'on trouve le nombre 1 vis-à-vis de tous ces jours-là. Le nombre II se trouve vis-à-vis de tous les jours de l'année, où arrivait la nouvelle lune dans la seconde année de chaque cycle de dix-neuf ans, comme au 20 janvier, au 18 février, etc., qui étaient des jours de nouvelle lune, l'an 44 avant J.-C. ou 43, suivant la manière de compter des astronomes. Cela suffirait pour trouver les nouvelles lunes d'une année quelconque dans l'histoire romaine; car tous les dix-neuf ans elles revenaient *au 1er. janvier*.

La quatrième colonne marque la suite des jours des mois, suivant notre usage; on les a mis pour montrer le rapport qu'il y a entre la manière de nommer et de compter les jours des Romains et la nôtre, et faire voir quels sont, selon notre façon decompter, les jours auxquels les fêtes romaines peuvent répondre.

La cinquième colonne contient la division des mois en calendes, nones et ides, qui étaient en usage parmi les Romains. Les mois de mars, mai, juillet et octobre ont six jours de nones, et tous les autres n'en ont que quatre; mais il y a dans tous huit jours d'ides; ce qu'il faut entendre ainsi, savoir: que le premier jour de chaque mois s'appelle toujours *calendæ* ou *kalendæ*, les calendes; qu'aux quatre mois, mars, mai, juillet et octobre, le septième du mois s'appelle *nonæ*, les nones, et le treizième *idus*, les ides. Les autres jours se comptent à rebours du mois suivant, comme le 28, le 29, etc., avant les calendes du mois suivant. Les jours qui sont depuis les calendes jusqu'aux nones, prennent le nom de nones du mois courant: les autres jours qui sont entre les nones et les ides, prennent aussi le nom des ides du même mois; mais tous les autres jours, depuis les ides jusqu'à la fin, prennent le nom des calendes du mois suivant. On voit, au reste, que les tables des fastes, sur lesquelles les Romains plaçaient leurs mois et leurs jours par année, prirent dans la suite le nom de *calendrier*, parce que ce nom de *calendes* était écrit en gros caractères à la tête de chaque mois.

Enfin la dernière colonne comprend les choses qui appartiennent principalement à la religion des Romains, comme sont les fêtes, les sacrifices, les jeux, les cérémonies, les jours heureux ou malheureux; aussi bien que les commencemens des signes, les quatre points cardinaux de l'année, qui sont les quatre saisons, le lever et le coucher des étoiles. Cela était d'un grand usage parmi les anciens, qui s'*en sont long-temps* servi pour marquer la différence

des saisons, au lieu de *calendrier*, au moins jusqu'à ce qu'il eût été rédigé dans une forme plus régulière par la correction de Jules-César. Nous voyons dans la plupart des livres anciens que l'on se gouvernait entièrement par l'observation du lever et du coucher des étoiles, dans la navigation, dans l'agriculture, dans la médecine et dans la plus grande partie des affaires publiques et particulières, parce que les apparitions d'étoiles étaient plus faciles à bien distinguer que les limites des saisons et l'inégalité des jours.

JANVIER,

SOUS LA PROTECTION DE JUNON.

Lettres nundinales.	Qualités des Jours.	nom. d'or.	J. du mois.			
A	F	1	1	*Kal.*	Januar.	Sacrifices à Janus, à Junon, à Jupiter et à Esculape.
B	F		2	4	Nonas.	Jour malheureux, *Dies ater*.
C	C	9	3	3	Nonas.	Coucher de l'Ecrevisse.
D	C		4	Pridie	Nonas.	
E	F	18	5	*Nonis*	Januar.	Lever de la Lyre. Coucher au soir de l'Aigle.
F	F	6	6	8	Idus.	
G	C		7	7	Idus.	
H	C	14	8	6	Idus.	Sacrifices à Janus.
A		3	9	5	Idus.	Les Agonales.
B	EN		10	4	Idus.	Milieu de l'hiver.
C	NP	11	11	3	Idus.	Les Carmentales.
D	C		12	Pridie	Idus.	Les Compitales.
E	NP	19	13	*Idibus*	Januar.	Les trompettes font des publication par la ville, en habit de femme
F	EN	8	14	19	K. Febr.	Jour vicieux par décret du Sénat
G			15	18	K. Febr.	A Carmenta, Porrima et Postverta
H	C	16	16	17	K. Febr.	A la Concorde. Commencement d coucher au matin du Lion.
A	C	5	17	16	K. Febr.	Le Soleil dans le Verseau.
B	C		18	15	K. Febr.	
C	C	13	19	14	K. Febr.	
D	C	2	20	13	K. Febr.	
E	C		21	12	K. Febr.	
F	C	10	22	11	K. Febr.	
G	C		23	10	K. Febr.	Coucher de la Lyre.
H	C	18	24	9	K. Febr.	Les fêtes sementines ou des s mailles.
A	C	7	25	8	K. Febr.	
B	C		26	7	K. Febr.	
C	C	15	27	6	K. Febr.	A Castor et Pollux.
D	C	4	28	5	K. Febr.	
E	F		29	4	K. Febr.	Les Equiries au champ de Mar
F	F	12	30	3	K. Febr.	Coucher de la Fidicule, ou Les Pacales, ou Dédic l'Autel de la Paix.
G		1	31	Pridie	K. Febr.	Aux dieux Pénates.

FÉVRIER,

SOUS LA PROTECTION DE NEPTUNE.

Lettres dominicales.	Qualités des Jours.	Nones.	J. du			
H	N	9	1	*Kal.*	Febr.	A Junon Sospita, à Jupiter, à Hercule, à Diane. Les Lucaires.
A	N	18	2	4	Nonas.	
B	N		3	3	Nonas.	Coucher de la Lyre et du milieu du Lion.
C	N	6	4	Pridie	Nonas.	Coucher du Dauphin.
D	N		5	*Nonis*	Febr.	Lever du Verseau.
E	N	14	6	8	Idus.	
F	N	3	7	7	Idus.	
G	N		8	6	Idus.	
H	N	11	9	5	Idus.	Commencement du printemps.
A	N		10	4	Idus.	
B	N	19	11	3	Idus.	Jeux génialiques. Lever de l'Arcture
C	N	8	12	Pridie	Idus.	
D	N P		13	*Idibus*	Febr.	A Faune et à Jupiter. Défaite et mort des Fabiens.
E	C	16	14	16	K. Mart.	Lever du Corbeau, de la Coupe et du Serpent.
F	N P	5	15	15	K. Mart.	Les Lupercales.
G	E N D		16	14	K. Mart.	Le Soleil au signe des Poissons.
H	N P	13	17	13	K. Mart.	Les Quirinales.
A	C	2	18	12	K. Mart.	Les Fornacales. Les Férales aux dieux Mânes.
B	C		19	11	K. Mart.	
C	C	10	20	10	K. Mart.	
D	F		21	9	K. Mart.	A la déesse Muta ou Larunda. Les Férales.
E	C	18	22	8	K. Mart.	Les Carysties.
F	N P	7	23	7	K. Mart.	Les Terminales.
G	N		24	6	K. Mart.	Le Régifuge. Lieu du Bissexte.
H	*C*	*15*	25	5	K. Mart.	Lever au soir de l'Arcture.
A	*E N*	*4*	26	4	K. Mart.	
B	*N P*		27	3	K. Mart.	Les Equiries au champ de Mars.
	C	*12*	28	Pridie	K. Mart.	Les Tarquins vaincus.

Qualités des jours.	NOMS. POR.	J. du mois.	MARS, SOUS LA PROTECTION DE MINERVE.		
N P	1	1	*Kal.*	Mart.	Les Matronales. A Mars. Fêtes des Anciles.
F		2	6	Nonas.	A Junon Lucine.
C	9	3	5	Nonas.	Coucher du second des Poissons.
C		4	4	Nonas.	
C	17	5	3	Nonas.	Coucher de l'Arcture. Lever du Vendangeur. Lever de l'Ecrevisse.
N P	6	6	Pridie	Nonas.	Les Vestaliennes. En ce jour, Auguste fut créé grand Pontife.
F		7	*Nonis*	Mart.	A Vé-Jupiter au bois de l'asile. Lever du Pégase.
F	14	8	8	Idus.	Lever de la Couronne.
C	3	9	7	Idus.	Lever de l'Orion. Lever du Poisson septentrional.
C		10	6	Idus.	
C	11	11	5	Idus.	
C		12	4	Idus.	
E N	19	13	3	Idus.	Ouverture de la mer.
N P	8	15	Pridie	Idus.	Les Equiries secondes sur le Tibre.
N P		14	*Idibus*	Mart.	A Anna Pérenna. Le Parricide. Coucher du Scorpion.
F	16	16	17	K. Apr.	
N P	5	17	16	K. Apr.	Les Libérales ou les Bacchanales. Les Agones. Coucher du Milan.
C		18	15	K. Apr.	Le soleil au signe du Bélier.
N	13	19	14	K. Apr.	Les Quinquatres de Minerve pendant cinq jours.
C	2	20	13	K. Apr.	
C		21	12	K. Apr.	Premier jour du siècle. Coucher au matin du Cheval.
N	10	22	11	K. Apr.	
N P		23	10	K. Apr.	Le Tubilustre.
Q.Rex.CF.	18	24	9	K. Apr.	
C	7	25	8	K. Apr.	Les Hilaries à la mère des dieux. Equinoxe du printemps.
C		26	7	K. Apr.	
N P	15	27	6	K Apr.	En ce jour, César se rendit maître d'Alexandrie.
C	4	28	5	K. Apr.	Les Mégalésiens.
C		29	4	K. Apr.	
C	1	30	3	K. Apr.	A Janus, à la Concorde, au et à la Paix.
C	12	31	Pridie	K. Apr.	A la Lune ou à Diane sur l'

AVRIL,
SOUS LA PROTECTION DE VÉNUS.

Lettres nundinales.	Qualités des jours.	NOMB. D'OR.	J. du m			
C	N	9	1	*Kal.*	Aprilis.	A Vénus, avec des fleurs et du myrte. A la Fortune virile.
D	C		2	4	Nonas.	Coucher des Pléiades.
E	C	18	3	3	Nonas.	
F	C	6	4	Pridie	Nonas.	Jeux Mégalésiens à la mère des dieux, pendant huit jours.
G			5	*Nonis.*	Aprilis.	A la Fortune publique citérieure.
H	N P	14	6	8	Idus.	Jeux pour la victoire remportée par César sur Juba en Afrique.
A	N	3	7	7	Idus.	Naissance d'Apollon et de Diane.
B	N		8	6	Idus.	Coucher de la Balance. Coucher d'Orion.
C	N	11	9	5	Idus.	
D	N		10	4	Idus.	Les Cérèales. Les jeux Circenses.
E	N	19	11	3	Idus.	A la Fortune primigènie.
F	N	8	12	Pridie	Idus.	La mère des dieux amenée à Rome. Jeux en l'honneur de Cérès, pendant 8 jours.
G	N P		13	*Idibus*	April.	A Jupiter vainqueur, et à la liberté.
H	N	16	14	18	K. Maii.	
A	N P	5	15	17	K. Maii.	Les Fordicides ou Fordicales.
B	N		16	16	K. Maii.	Auguste salué empereur. Coucher des Hyades.
C	N	13	17	15	K. Maii.	
D	N	2	18	14	K. Maii.	Les Équiries au grand Cirque. Brûlement des renards.
E	N		19	13	K. Maii.	Les Cérèales. Le Soleil au signe du Taureau
F	N	10	20	12	K. Maii.	
G	N P		21	11	K. Maii.	Les Palilliennes ou Parilliennes. Naissance de Rome.
H	N	18	22	10	K. Maii	Les secondes Agoniennes ou Agonales.
A	N P	7	23	9	K. Maii.	Les premières Vinaliennes à Jupiter et à Vénus.
B	C		24	8	K. Maii.	
C	N P	15	25	7	K. Maii.	Les Robigales. Coucher du Bélier. Milieu du printemps.
D	F	4	26	6	K. Maii.	Lever du Chien. Lever des Chevreaux.
E	C		27	5	K. Maii.	Les Féries latines au Mont-Sacré.
F	N P	12	28	4	K. Maii.	Les Florales pendant six jours. Lever au matin de la Chèvre.
G	C	1	29	3	K. Maii.	Coucher au soir du Chien.
A	C		30	Pridie	K. Maii.	A Vesta Palatine. Les premières Larent

MAI,
SOUS LA PROTECTION D'APOLLON

Lettres nundinales	Qualités des jours.	NOMB. D'OR.	J. du mois.			
A	N	9	1	*Kal.*	Maii.	A la bonne Déesse. Aux Lare Prestites ou Protecteurs. Jeu floraux pendant trois jours.
B	F		2	6	Nonas.	Les Compitales.
C	C		3	5	Nonas.	Lever du Centaure et des Hyades
D	C	17	4	4	Nonas.	
E	C	6	5	3	Nonas.	Lever de la Lyre.
F	C		6	Pridie	Nonas.	Coucher du milieu du Scorpion
G	N	14	7	*Nonis*	Maii.	Lever au matin des Virgilies, o Pléiades.
H	F	3	8	8	Idus.	Lever de la Chevrette. (Chèvre.
A	N		9	7	Idus.	Les Lémuriennes de nuit pendan trois jours. Les Luminaires
B	C	11	10	6	Idus.	
C	N		11	5	Idus.	Coucher d'Orion. Jour malheu reux pour se marier.
D	N P	19	12	4	Idus.	A Mars le vengeur au Cirque.
E	N	8	13	3	Idus.	Les Luminaires. Lever des Pléia des. Commencement de l'été
F	C		14	Pridie	Idus.	A Mercure. Lever du Taureau
G	N P	16	15	*Idibus*	Maii.	A Jupiter. Fêtes des marchand Naissance de Mercure. Leve de la Lyre.
H	F	5	16	17	K. Jun.	
A	C		17	16	K Jun.	
B	C	13	18	15	K. Jun.	
C	C	2	19	14	K. Jun.	Le Soleil dans les Gémeaux.
D	C		20	13	K. Jun.	
E	N P	10	21	12	K. Jun.	Les Agonales ou Agon. de Janu
F	N		22	11	K. Jun.	A Vé-Jupiter. Lever du Chien.
G	N P	18	23	10	K. Jun.	Les Féries de Vulcain. Les Tub.
H	Q.Rex.C.F.	7	24	9	K. Jun.	
A	C		25	8	K. Jun.	A la Fortune. Lever de l'Aigl
B	C	15	26	7	K. Jun	Le second Régifuge. Couch de l'Arcture.
C	C	4	27	6	K. Jun.	Lever des Hyades.
D	C		28	5	K. Jun	
E	C	12	29	4	K. Jun.	
F	C	1	30	3	K. Jun.	
G	C	9	31	Pridie	K. Jun.	

Lettres nundinales.	Qualités des jours.	NOMB.	J. du mois.	JUIN, SOUS LA PROTECTION DE MERCURE.
H	N	17	1	*Kal.* Jun. A Junon. A la Monnoie. A Tempestar. A Fabaria. Lever de l'Aigle.
A	F	6	2	4 Nonas. A Mars, à la déesse Carna. Lever des Hyades.
B	C		3	3 Nonas. A Bellone.
C	C	14	4	Pridie Nonas. A Hercule au Cirque.
D	N	3	5	*Nonis* Jun. A la Foi. A Jupiter Sponsor ou au dieu Fidius, Saint, Semipater.
E	N		6	8 Idus. A Vesta.
F	N	11	7	7 Idus. Les jours Piscatoriens au champ de Mars. Lever de l'Arcture.
G	N		8	6 Idus. A l'entendement au Capitole.
H	N P	19	9	5 Idus. Les Vestaliennes. Autel de Jupiter Pistor. Couronnement des ânes.
A	N	8	10	4 Idus. Les Matraliennes de la Fortune forte. Lever au soir du Dauphin.
B	N		11	3 Idus. A la Concorde. A la mère Matuta.
C	N	16	12	Pridie Idus. A Jupiter Invictus. Le petit Quinquatrus. Comm. de la chaleur.
D	N	5	13	*Idibus* Jun.
E	N		14	18 K. Jul.
F	Q.ST.D.F.	13	15	17 K. Jul. Transport du temple de Vesta. Lever des Hyades.
G	C	2	16	16 K. Jul. Lever d'Orion.
H	C		17	15 K. Jul. Lever du Dauphin entier.
A	C	10	18	14 K. Jul.
B	C		19	13 K. Jul. A Minerve au mont Aventin. Le Soleil au signe du Cancer.
C	C	18	20	12 K. Jul. A Summanus. Lever du Serpentaire.
D	C	7	21	11 K. Jul.
E	C		22	10 K. Jul.
F	C	15	23	9 K. Jul.
G	C	4	24	8 K. Jul. A la Fortune forte. Solstice d'été.
H	C		25	7 K. Jul.
A	C	12	26	6 K. Jul. Lever de la ceinture d'Orion.
B	C	1	27	5 K. Jul. A Jupiter Stator et au Lar.
C	C		28	4 K. Jul.
D	F	9	29	3 K. Jul. A Quirinus au mont Quirinal.
	C		30	Pridie K. Jul. A Her. et aux Muses. Les Popilifug

QUINTILE OU JUILLET,

SOUS LA PROTECTION DE JUPITER.

Lunulaires.	Qualités des Jours.	Nomb. d'or.	J. du mois.			
F	N	17	1	*Kal.*	Jul.	Passage d'une maison en d'autres.
G	N	6	2	6	Nonas.	
H	N		3	5	Nonas.	
A	N P	14	4	4	Nonas.	Coucher au matin de la Couronne. Lever des Hyades.
B	N	3	5	3	Nonas.	Le Poplifuge.
C	N		6	Pridie	Nonas.	Jeux Apollinaires pendant huit jours. A la Fortune féminine.
D	N	11	7	*Nonis*	Jul.	Les Nones caprotines. La fête des Servantes. Disparition de Romulus.
E	N		8	8	Idus.	La Vitulation. Coucher du milieu du Capricorne.
F	E N	19	9	7	Idus.	Lever au soir de Céphée.
G	C	8	10	6	Idus.	Les vents étésiens commencent à souffler.
H	C		11	5	Idus.	
A	N P	16	12	4	Idus.	Naissance de Jules-César.
B	C	5	13	3	Idus.	
C	C		14	Pridie	Idus.	A la Fortune féminine. Les Mercatus ou les Mercuriales, pendant six jours.
D	N P	13	15	*Idibus*	Jul.	A Castor et à Pollux.
E	F	2	16	17	K. Aug.	Lever de l'Avant-Chien.
F	C		17	16	K. Aug.	Jour funeste de la bataille d'Allia.
G	C	10	18	15	K. Aug.	Les Lucariens. Jeux pendant quatre jours.
H	N P		19	14	K. Aug.	Jeux pour la victoire de César. Le Soleil au signe du Lion.
A	C	18	20	13	K. Aug.	Les Lucariennes.
B		7	21	12	K. Aug.	
C	C		22	11	K. Aug.	Jeux de Neptune.
D		15	23	10	K. Aug.	
E	N	4	24	9	K. Aug.	Les Furinales. Jeux Circenses pendant six jours. Coucher du Verseau.
F	N P		25	8	K. Aug.	Lever de la Canicule.
G	C	12	26	7	K. Aug.	Lever de l'Aigle.
H	C	1	27	6	K. Aug.	
					K. Aug.	
A	C		28	5	K. Aug.	
B	C	9	29	4	K. Aug.	Coucher de l'Aigle.
C	C		30	3	K. Aug.	
D	C	17	31	Pridie	K. Aug.	

SEXTILE ou A

SOUS LA PROTECTION D

		1		*Kal.*	Aug.	A Mars. A l'Espérance.
	14	2		14	Nonas.	Féries. De ce que César a … pagne.
C	3	3		3	Nonas.	
C		4		Pridie	Nonas.	Lever du milieu du Lion.
F		5		*Nonis*	Aug.	Au Salut au mont Quirina
F		6		8	Idus.	A l'Espérance. Coucher l'Arcture.
				7	us.	Coucher du milieu du Ve…
				6	us.	Au Soleil indigète au mo…
		9		5	Idus.	
	6	10		4	Idus.	A Opis et à Cérès.
C	5	11		3	Idus.	A Hercule au cirque Flam… de la Lyre. Commencem…
C		12		Pridie	Idus.	Les Lignapésies.
N P	13	13		*Idibus*	Aug.	A Diane au bois Aricien. … Fête des esclaves et des
F	2	14	19	K. Sept.		Coucher au matin du Dau…
C		15	18	K. Sept.		
C	10	16	17	K. Sept.		
N P		17	16	K. Sept.		Les Portumnales. A Janu…
C	18	18	15	K. Sept.		Les Consuales. Ravissemen…
F P	7	19	14	K. Sept.		Les Vinales dernières. Mo…
C		20	13	K. Sept.		Coucher de la Lyre. Le so… la Vierge.
N P	15	21	12	K. Sept.		Les Vinales rustiques. Les… téres. Les Consuales.
E H	4	22	11	K. Sept.		Lever au matin du Vend…
N P		23	10	K. Sept.		Les Vulcanales au cirque…
C	12	24	7	K. Sept.		Les Féries de la Lune.
N P	1	25	8	K. Sept.		Les Opiconsives au Capit…
C		26	7	K. Sept.		
N P	9	27	6	K. Sept.		Les Volturnales.
N P		28	5	K. Sept.		A la Victoire in Curia… flèche. Fin des vents et…
F	17	29	4	K. Sept.		
F	6	30	3	K. Sept.		On montre les ornem… Cérès.
		31	Pridie	K. Sept.		Lever au soir d'And…

SEPTEMBRE,
SOUS LA PROTECTION DE VULCAIN.

Lettres nundinales.	Qualités des jours.	NOMB. D'OR.	J. du mois.		
D	N	14	1	*Kal.* Sept.	A Jupiter Maimactes. Fêtes à Neptune.
E	N	3	2	4 Nonas.	A la victoire d'Auguste. Féries.
F	N P		3	3 Nonas.	Les Dionysiaques ou les Vendanges.
G	C	11	4	Pridie Nonas.	Jeux Romains pendant huit jours.
H	F		5	*Nonis* Sept.	
A	F	19	6	8 Idus.	A l'Érèbe d'un bélier et d'une brebi noire.
B	C	8	7	7 Idus.	
C	C		8	6 Idus.	
D	C	16	9	5 Idus.	Lever de la Chevrette (le soir).
E	C	5	10	4 Idus.	Lever de la Tête de Méduse.
F	C		11	3 Idus.	Lever du milieu de la Vierge.
G	N	13	12	Pridie Idus.	Lever du milieu de l'Arcture.
H	N P	2	13	*Idibus* Sept.	A Jupiter. Dédicace du Capitole. Le clou fiché par le Préteur. Départ des Hirondelles.
A	F		14	18 K. Oct.	Épreuve des Chevaux.
B		10	15	17 K. Oct.	Les grands Jeux Circenses voués pendan cinq jours.
C	C		16	16 K. Oct.	
D	C	18	17	15 K. Oct.	
E	C	7	18	14 K. Oct.	Lever au matin de l'Épi de la Vierge.
F	C		19	13 K. Oct.	Le Soleil dans le signe de la Balance.
G	C	15	20	12 K. Oct.	Le Mercatus pendant quatre jours. Nais sance de Romulus.
H	C	4	21	11 K. Oct.	
A	C		22	10 K. Oct.	Coucher d'Argo et des Poissons.
B	N P	12	23	9 K. Oct.	Jeux Circenses. Naissance d'Auguste. Le ver au matin du Centaure.
C	C	1	24	8 K. Oct.	Équinoxe de l'automne.
D	C		25	7 K. Oct.	A Vénus, à Saturne et à Mania.
E	C	9	26	6 K. Oct.	
F	C		27	5 K. Oct.	A Vénus mère. A la Fortune de retour.
G	C	17	28	4 K. Oct.	Fin du lever de la Vierge.
H	F	6	29	3 K. Oct.	
A	C	14	30	Pridie K. Oct.	Festin à Minerve. Les Méditrinal

OCTOBRE
SOUS LA PROTECTION

Lettre						
				1	*Kal.* Octob.	
				2	6 Nonas.	
D	C			3	5 Nonas.	
E	C			4	4 Nonas.	Coucher au matin du Bootès
F	C			5	3 Nonas.	On montre les ornemens de
G	C			6	Pridie Nonas.	Aux dieux Mânes.
H	F			7	*Nonis* Octob.	
A	F			8	Idus.	Lever de l'étoile brillante ronne.
B	C			7	Idus.	
C	C			6	Idus.	Les Ramales.
D		13	..	5	Idus.	Les Méditrinales. Comme l'hiver.
E	N P	2	12	4	Idus.	Les Augustales.
F	N P		13	3	Idus.	Les Fontinales. A Jupiter Jeux pendant trois jours.
G	E N	10	14	Pridie Idus.		
H	N P		15	*Idibus* Octob.		Les Marchands à Mercure.
A	F	18	16	17	K. Nov.	Jeux populaires. Coucher d
B	C	7	17	16	K. Nov.	
C	C		18	15	K. Nov.	A Jupiter libérateur. Jeux.
D	N P	15	19	14	K. Nov.	L'Armilustre.
E	C	4	20	13	K. Nov.	Le Soleil au signe du Scorp
F	C		21	12	K. Nov.	Jeux pendant quatre jours.
G	C	12	22	11	K. Nov.	
H	C	1	23	10	K. Nov.	Au père Liber. Coucher du
A	C		24	9	K. Nov.	
B	C	9	25	8	K. Nov.	
C	C		26	7	K. Nov.	
D	C	17	27	6	K. Nov.	Jeux à la Victoire.
E	C	6	28	5	K. Nov.	Les petits Mystères. Coucl gilies.
F	C	14	29	4	K. Nov.	
G	C		30	3	K. Nov.	Les Féries de Vertumne, J
H	C	3	31	Pridie	K. Nov.	Coucher d'Arcture.

NOVEMBRE,
SOUS LA PROTECTION DE DIANE.

Lettres nundinales.	Qualités des Jours.	Nomb. d'or.	J. du mois.			
A	N		1	*Kal.*	Novemb.	Banquet de Jupiter. Jeux Circenses. Coucher de la Tête du Taureau.
B	F	11	2	4	Nonas.	Coucher au soir de l'Arcture.
C	F		3	3	Nonas.	Lever au matin de la Fidicule (la Lyre.)
D		19	4	Pridie	Nonas.	
E	F	8	5	*Nonis*	Novemb.	Les Neptunales. Jeux pendant huit jours.
F	F		6	8	Idus.	
G	C	16	7	7	Idus.	Montre des ornemens.
H	C	5	8	6	Idus.	Lever de la claire du Scorpion.
A	C		9	5	Idus.	
B	C	13	10	4	Idus.	
C	C	2	11	3	Idus.	Clôture de la mer. Coucher des Virgilies.
D	C		12	Pridie	Idus.	
E	N P	10	13	*Idibus.*	Nov.	Banquet commandé. Les Lectisternies
F	F		14	18	K. Dec.	Epreuve des Chevaux.
G	C	18	15	17	K. Dec.	Jeux populaires au Cirque, pendan trois jours.
H	C	7	16	16	K. Dec.	Fin des Semailles de froment.
A	C		17	15	K. Dec.	
B	C	15	18	14	K. Dec.	Le Mercatus durant trois jours. L Soleil au Sagittaire.
C	C	14	19	13	K. Dec.	Souper des Pontifes en l'honneur d Cybèle.
D	C		20	12	K. Dec.	Coucher des Cornes du Taureau.
E	C	12	21	11	K. Dec.	Les Libérales. Coucher, au matin du Lièvre.
F		1	22	10	K. Dec.	A Pluton et à Proserpine.
G	C		23	9	K. Dec.	
H	C	9	24	8	K. Dec.	Bruma ou les Brumales, pendan trois jours.
A	C		25	7	K. Dec.	Coucher de la Canicule (Sirius).
B	C	17	26	6	K. Dec.	
C	C	6	27	5	K. Dec.	Sacrifices mortuaires aux Gaulois terrés et aux Grecs, in foro Bo
D	C		28	4	K. Dec.	
E	C	14	29	3	K. Dec.	
F	F	3	30	Pridie	K. Dec.	

DÉCEMBRE, SOUS LA PROTECTION DE VESTA.

Lettres nundinales.	Qualités des Jours.	Nomb. d'or.	J. du mois.			
G	N	11	1	*Kal.*	Decemb.	A la Fortune féminine.
H			2	4	Nonas.	
A		19	3	3	Nonas.	
B		8	4	Pridie	Nonas.	A Minerve et à Neptune.
C	F		5	*Nonis*	Decemb.	Les Faunales.
D	C	16	6	8	Idus.	Coucher du milieu du Sagittaire.
E	C	5	7	7	Idus.	Lever au matin de l'Aigle.
F	C		8	6	Idus.	
G	C	13	9	5	Idus.	A Junon Jugale.
H	C	2	10	4	Idus.	
A	N P		11	3	Idus.	Les Agonales. Les quatorze jours Alcyoniens.
B	E N	10	12	Pridie	Idus.	
C	N P		13	*Idibus*	Decemb.	Les Équiries ou course des Chevaux.
D	F	18	14	19	K. Jan.	Les Brumales. Les Ambrosiannes.
E	N P	7	15	18	K. Jan.	Les Consuales. Lever du matin de l'Écrevisse entière.
F	C		16	17	K. Jan.	
G			17	16	K. Jan.	Les Saturnales pendant cinq jours.
H	C	15	18	15	K. Jan.	Lever du Cygne. Le Soleil au signe du Capricorne.
A	N P	4	19	14	K. Jan.	Les Opaliennes.
B	C		20	13	K. Jan.	Les Sigillaires pendant deux jours.
C	N P	12	21	12	K. Jan.	Les Angéronales. Les Divales. A Hercule et à Vénus, avec du vin miélé.
D	C	1	22	11	K. Jan.	Les Compitales. Les Féries dédiées aux Lares. Jeux.
E	N P	9	23	10	K. Jan.	Les Féries de Jupiter. Les Larentinales ou Laurentinales. Coucher de la Chèvre.
F	C		24	9	K. Jan.	Les Juvénales. Jeux.
G	C	17	25	8	K. Jan.	La fin des Brumales. Solstice d'hiver.
H	C	6	26	7	K. Jan.	
A	C		27	6	K. Jan.	A Phébus pendant trois jours. Lever au matin du Dauphin.
B	C	14	28	5	K. Jan.	
C	F	3	29	4	K. Jan.	Coucher au soir de l'Aigle.
D	F		30	3	K. Jan.	Coucher au soir de la Canicule.
E	F	11	31	Pridie	K. Jan.	

GNOMONIQUE.

La gnomonique est l'art de construire les cadrans solaires. Avant l'introduction des horloges, la construction de ces cadrans était une branche d'industrie et de commerce ; elle eut donc ses modes et ses fantaisies ; de là une foule de problèmes, plus curieux qu'utiles, pour lesquels nous renvoyons le lecteur aux traités spéciaux, nous bornant à présenter ici le tracé et les calculs relatifs aux cadrans le plus généralement employés. On ne saurait douter de l'antiquité des cadrans solaires ; il est prouvé, par les saintes Écritures, qu'Achaz, vers l'an 751 avant notre ère, possédait une horloge de cette espèce. C'est donc à tort que les gens de lettres, se fondant sur les écrits de Pline, attribuent à Anaximène l'invention de ces cadrans.

Il est nécessaire, avant de passer à la construction des cadrans, de définir quelques termes et de poser quelques principes qui faciliteront l'intelligence de cette exposition.

Par l'effet du mouvement diurne, le soleil paraît décrire autour de notre axe des arcs de 15° par heure ; or, si l'on conçoit la sphère coupée par douze plans passant tous par les pôles, et distans entre eux de 15°, le soleil les atteindra successivement dans des intervalles égaux, et ces *plans horaires* rencontreront l'horizon rationnel suivant douze droites qui prennent le nom de *lignes horaires*. Si, maintenant, on fait abstraction de ces cercles pour ne conserver que l'axe terrestre et le plan qui contient leurs traces, ou les *lignes horaires*, l'on aura un cadran solaire placé au centre de la terre ; mais à cause de la grande distance du soleil et de la petitesse de notre globe, un point quelconque de la surface peut être considéré, dans le cas actuel, comme le centre de la sphère ; dès lors, si l'on y transporte *parallèlement à leur* première position et le plan et

l'axe, le cadran solaire sera tracé pour ce lieu. Il résulte de là que, 1°. *dans tout cadran solaire, le style est situé dans le méridien;* 2°. *que de plus il est parallèle à l'axe de la terre, c'est-à-dire que pour le lieu où le cadran est construit, ce style est incliné sur l'horizon, comme l'est l'axe terrestre, d'un nombre de degrés égal à l'élévation du pôle, qui, comme on sait, est égal à la latitude.*

Il faut donc, avant de procéder à la construction d'un cadran, 1°. tracer une méridienne; 2°. chercher l'élévation du pôle ou la latitude du lieu. Nous allons résoudre le premier problème assez exactement pour le but que nous nous proposons; la table qu'on trouve à la fin de ce chapitre résout le second pour les principales villes; pour les lieux qui ne sont point compris dans cette table, il faudra consulter un bon dictionnaire géographique.

TRACER UNE MÉRIDIENNE.

On cherchera un endroit où le soleil donne en toute saison depuis neuf heures du matin jusqu'après trois heures du soir: un mur à hauteur d'appui, ou une petite colonne de trois à quatre pieds, fondée sur un massif de maçonnerie, seront très-convenables.

☞ On placera à demeure sur ce mur, ou ce piédestal, une ardoise, une pierre de marbre ou de grès, bien plane et adoucie; on la rendra bien horizontale par les moyens connus, de l'équerre avec un aplomb, ou du niveau à bulle d'air; ou bien encore par le procédé très-simple de verser de l'eau dessus et de soulever la pierre doucement par des coins, du côté vers lequel l'eau tend à s'écouler; on la garnira de plâtre dessous et autour, afin de l'établir solidement. Elle serait très-solide si on la contenait par un ou deux boulons intérieurs, entrant de part et d'autre à demi-épaisseur.

On choisira sur cette pierre, près de son bord *méridional*, un point, autour duquel on décrira *deux ou* trois arcs de cercles concentriques, distans

l'un de l'autre d'environ un quart de pouce, et de l'étendue de 130 à 140 degrés.

On élèvera perpendiculairement sur ce centre un style ou aiguille, de la longueur convenable, pour que vers neuf heures du matin, dans la saison dans laquelle on opérera, la pointe de l'ombre du style se trouve un peu en dehors du plus grand des trois cercles tracés. Il sera très-commode d'avoir pour style une tige cylindrique, mobile du haut en bas dans un cylindre creux, dont le pied évidé forme un épatement circulaire, au milieu duquel la tige mobile, terminée en bas par une pointe très-fine, rencontre le centre des cercles, tandis que son extrémité supérieure porte une rondelle percée d'un trou qui forme un point lumineux, objet bien plus précis à observer que ne l'est l'ombre de la pointe d'un corps opaque, toujours mal terminée à cause de la pénombre qui l'accompagne.

Le style étant ainsi préparé, on choisira une journée où l'on puisse espérer que le soleil luira le matin et l'après-midi ; et, vers neuf heures du matin, on ira observer l'instant où le centre du point lumineux se trouvera précisément sur la circonférence de chacun des trois cercles qu'il traversera successivement, à mesure que le soleil s'élèvera sur l'horizon, en s'approchant en même temps du méridien ; et on marquera d'un trait bien fin sur chacune de ces circonférences l'endroit précis où le centre du point lumineux (ou la pointe du style, si l'on en emploie un) les aura respectivement traversés.

Après midi, on surveillera le moment auquel le point lumineux (ou la pointe de l'ombre du style) s'approchera du cercle intérieur, et on marquera de même d'un trait l'endroit où chacune des trois circonférences sera coupée par le point lumineux (ou la pointe d'ombre).

Alors, avec un compas ordinaire, on partagera en deux, *sur chaque* circonférence, l'arc compris *entre le point marqué* le matin et celui marqué l'a-

près-midi ; et, posant ensuite le bord d'une règle bien droite, d'une part sur le centre commun des trois cercles, et d'autre part sur la bissection des trois arcs, la ligne tracée le long de cette règle sera la méridienne ; et, si les trois bissections se trouvent confondues dans cette ligne, on aura la preuve de l'exactitude de l'opération ; sinon on donnera à la ligne une direction moyenne entre ces trois résultats.

La méridienne, ainsi tracée, n'est sensiblement exacte que lorsqu'on opère dans l'une des deux saisons qui répondent aux solstices. Vers les équinoxes, elle exige une correction d'environ un quart de minute ou 15″ de temps, dont elle se trouve trop à l'occident vers l'équinoxe du printemps, et trop à l'orient vers celui d'automne, en supposant qu'il se soit écoulé environ six heures entre les observations du matin et celles de l'après-midi : on peut aisément faire cette correction en observant la quantité de chemin que fait le point lumineux (ou l'ombre du style) en une minute, immédiatement avant ou après midi ; le quart de cette quantité sera la correction recherchée, qu'on aura soin d'appliquer dans le sens convenable, avant de tracer la méridienne définitive.

CADRAN ÉQUINOXIAL.

Procédons maintenant au tracé des cadrans, et commençons par le plus facile, celui du *cadran équinoxial*; la construction en est si simple, qu'on la peut concevoir facilement sans figure.

En effet, il suffit de diviser un cercle en vingt-quatre parties égales, de placer au centre, et bien perpendiculairement au plan du cadran, un style qui le percera de part en part, puis de marquer du n°. 12 l'extrémité d'un des rayons. Ce rayon représente l'intersection du cadran avec le plan du méridien ; le chiffre 12 est tourné entre le style et le *nord ; les* points de division du côté de l'orient, et à *partir* du n°. 12, prennent successivement les nos. 1,

2, 3, 4, 5, 6, etc.; ce sont les heures du soir; ceux de l'occident, à partir du même point, sont marqués 11, 10, 9, 8, 7, 6, etc.; ce sont les heures du matin. Il ne s'agit plus que de tracer une méridienne sur un plan parfaitement horizontal d'après les principes que nous avons donnés, et d'assujettir convenablement le cadran sur ce plan, c'est-à-dire de manière que *le style soit parallèle à l'axe terrestre*, et que le rayon 12 soit compris dans le plan du méridien; pour cela, on construit séparément un triangle rectangle dont un des deux angles aigus sera égal à la latitude du lieu; ce triangle est ensuite placé bien verticalement, l'hypothénuse sur la méridienne horizontale, et l'ouverture de l'angle de latitude tournée du côté du nord. On place alors le cadran bien perpendiculairement au plan de ce triangle, ces deux plans ayant pour intersection commune le rayon 12.

Ce que cette explication pourrait avoir d'obscur deviendra très-intelligible en exécutant le tracé.

Le cadran équinoxial, ainsi nommé parce que le soleil se trouve dans son plan le jour de l'équinoxe, devra avoir deux faces, une supérieure, pour le temps où le soleil a une déclinaison boréale; l'autre inférieure, pour le temps des déclinaisons australes. Le style qui le traverse pourrait, avec quelques attentions, servir pour l'une et l'autre face. Si l'on voulait que ce cadran donnât les heures, les jours mêmes des équinoxes, il faudrait munir sa circonférence d'un rebord ou anneau perpendiculaire qui recevrait l'ombre du style. Il est clair que si l'on voulait avoir les demi-heures, il suffirait de diviser le cercle en quarante-huit parties. En dessinant ce cadran sur une glace, on s'épargne un des deux tracés.

CADRAN HORIZONTAL.

C'est le plus commun dans l'usage ordinaire, parce *qu'on peut l'établir* commodément *sur une fenêtre, sur un pilier,* dans un jardin, etc.

Après s'être assuré que le plan sur lequel on veut faire le cadran est parfaitement horizontal, on y tracera une méridienne C, XII, *fig.* 31; par quelque point A de cette méridienne on fera passer une perpendiculaire A S d'une longueur telle que C S, qui représente le style couché sur le cadran, fasse, avec A C, un angle S C A égal à la latitude du lieu. Du point S, on conduira une perpendiculaire S E à S C, qui ira rencontrer la méridienne C XII en E.

Par ce point E, on conduira une perpendiculaire indéfinie N E Q R à la méridienne. Prenant alors sur la méridienne, et à partir de E, une partie E S′ égale à E S, on décrira du point S′ comme centre une demi-circonférence qu'on divisera en douze parties égales, Par le centre S′ et les intersections I, i'', i''', $i^{\prime}$, etc., on conduira les droites S′ I, S′ i'', S′ i''', etc., qui, prolongées suffisamment, iront rencontrer N R, en R, r''' r'', ... n, n', n'', ... Par ces points et par C, origine du style, on tirera VII C O R, C VIII, C IX qui iront se terminer au bord du cadran; ce sont les lignes horaires qu'on cherche. La ligne de six heures VI. VI ne rencontre point la ligne N R, elle est perpendiculaire à la méridienne au point C.

Si l'on voulait avoir les lignes horaires des demi-heures, ce ne sont point les lignes E r, rr', $r'r''$, etc., qu'il faudrait diviser en deux parties égales, mais bien les arcs E i, $i\,i'$, $i'\,i''$, etc., qui donneraient, sur l'équinoxiale, des points d'intersection comme pour les heures.

Il est évident que le triangle C S A, que nous avons tracé dans le plan du cadran, devra être relevé perpendiculairement à ce plan, en faisant décrire au sommet S un quart de circonférence autour de A C comme charnière; toutes les conditions sont alors satisfaites.

On pourrait être embarrassé pour trouver le point *R situé hors* du cadran; si l'espace ne permettait *point d'exécuter* la construction de la fig. 31, on *pourrait* y suppléer par le calcul suivant qui exige

que le bord du cadran soit bien parallèle à la méridienne C XII. Les points P et Q étant donnés par le tracé, on connaît P Q, on le mesure ainsi que E C et E S′; en multipliant entre elles les deux premières quantités, et divisant le produit P Q × E C par E S′, on a la valeur O Q qu'on porte de Q en O, on peut alors conduire C O. Nous ferons remarquer d'ailleurs que la partie orientale du cadran ne diffère en rien de la partie occidentale. On peut donc, à la rigueur, ne tracer que la partie comprise dans l'angle VI, C, XII. On prend ensuite E n=Er, E n' =E r', et ainsi de suite, ou mieux encore, si le cadran est bien rectangulaire, et si la méridienne le partage bien exactement en deux parties égales, on peut prendre sur les bords les parties XII, I=XII, XI. XII, II=XII, X, ou chacune à chacune X, IX=II, III. IX, VIII=III, IX.

On conçoit qu'il n'est point nécessaire de tracer ce cadran sur l'emplacement même qu'il doit occuper, rien n'empêche de le construire dans le cabinet sur une planche ou sur une ardoise; il suffit ensuite de l'orienter, c'est-à-dire de faire en sorte que la ligne C, XII, soit bien exactement placée dans le plan du méridien.

CADRANS VERTICAUX.

CADRAN MÉRIDIONAL.

C'est celui qui est tourné directement vers le sud. Il ne peut marquer que de six heures du matin à six heures du soir. La méthode de tracé ne diffère de celle du cadran horizontal (*fig.* 31), qu'en ce qu'on fait l'angle S C A égal au *complément* de la latitude du lieu. On trouve ce complément en retranchant la latitude donnée de 90°; ainsi, pour Paris, par exemple, dont la latitude est de 48° 50′ (*Voy.* la table des latitudes), il faudrait faire S C A de 90° moins 48° 50′, c'est-à-dire de 41° 10′; de plus, l'intersection *du méridien avec le* cadran devant toujours être

C, faudra renverser les heures, c'est-à-dire me à la place de Ih, Xh pour IIh, IXh pour IIIh, et réciproquement. Le point XII marqué nord dans le cadran horizontal devient un des points inférieurs dans le cadran vertical; on voit donc qu'*un cadran vertical pour un lieu donné, n'est autre chose qu'un cadran horizontal tracé pour une latitude complémentaire.*

CADRAN ORIENTAL.

C'est celui qu'on trace sur le côté du méridien qui regarde directement l'orient; il ne peut donc marquer que jusqu'à midi exclusivement. Il n'y a point de méridienne à tracer. On tire (*fig.* 32), une droite AB bien parallèle à l'horizon, et une autre AK qui fasse, avec la première, un angle égal au complément de la latitude. Par un point quelconque D, on conduit une perpendiculaire 6, D, et à ce même point D, on plante bien perpendiculairement, au plan du cadran, un faux style de quelques pouces de hauteur, à l'extrémité duquel on fixe le vrai style en l'inclinant parallèlement à D, 6. Du point D comme centre, on décrit une circonférence qui se trouve ainsi divisée en quatre parts. On subdivise chaque quart en six parties, et, par les points de division, on tire les droites D 4, D 5, D 7, D 8, etc., qui, par leur rencontre avec les parallèles 4, 11, qui limitent le cadran, donne la position des lignes horaires 11, 11, 10, 10, 9, 9. Il est facile de voir que ce cadran satisfait aux conditions que nous avons énoncées plus haut.

CADRAN OCCIDENTAL.

C'est celui qu'on trace sur le côté occidental du méridien. La méthode de tracé ne diffère en rien de celle du cadran oriental, seulement le cadran occi*dental* ne marquant que depuis une heure jusqu'au *coucher* du soleil, ce sont les heures 1, 2, 3, 4, 5,

6, 7 qu'il faudra successivement mettre à la place de 11, 10, 9, 8, 7, etc.

CADRAN VERTICAL DÉCLINANT.

Un plan décline à l'est ou à l'ouest, lorsque l'ombre d'une verge perpendiculaire au plan, à l'heure de midi, tombe à droite ou à gauche de la verticale abaissée de son pied sur le plan.

En un point quelconque A du plan (*fig.* 33), on plantera une tringle métallique ou faux style.

Au moment précis de midi, qui sera donné par une méridienne horizontale tracée à côté, on marquera sur ce plan l'extrémité de l'ombre du faux style.

Par le point ainsi marqué, et au moyen d'un fil à plomb, on tracera sur le plan une ligne verticale, qui sera la méridienne du cadran.

Par le point A, on mènera une parallèle A B à cette méridienne, et on lui donnera une longueur égale à celle du faux style.

Par ce même point A, on mènera aussi une horizontale terminée en D, par la rencontre de la méridienne, et l'on joindra B D. L'angle en B sera la *déclinaison* du plan donné, ou la quantité angulaire dont il s'écarte du premier vertical. On appelle ainsi le plan qui passe par le zénith et les points d'est et et ouest.

On prolongera l'horizontale A D au delà de la méridienne, d'une quantité D B' égale à D B; et au point B', et au-dessus, l'on fera un angle égal à la latitude du lieu.

La droite, qui fera cet angle avec D B', ira rencontrer la méridienne en un point C, qui est celui où il faut planter le vrai style, en ayant toujours soin de l'incliner de manière qu'il s'appuie sur le bout du faux style.

On élèvera encore en B' une perpendiculaire à B'C, qui viendra couper la méridienne en un autre point M.

P points C et A on fera passer une droite qui elle, en gnomonique, la *soustylaire*, et par int M on lui mènera une perpendiculaire indéfinie, qui sera l'équinoxiale.

I int M, et avec une ouverture de compas éga M B', on coupera le prolongement de C A en un int B'', et l'on joindra M B''.

I nt B '', et avec la plus courte distance de ce l à l'équinoxiale, on tracera une demi-circonférence, dont la base doit toujours être parallèle à cette équinoxiale.

On divisera cette circonférence en arcs de quinze degrés, à cor u point où elle est coupée par M B'', et l'on ser, par tous les points de division, les rayo n prolongera jusqu'à la rencontre de l'équino

Enfin par ces de nts, et par le point C, où le vrai style est mènera des droites qui seront les lignes d et qu'il sera facile de numéroter conver . On aurait les lignes des demi-heures, nt en deux également les arcs de 15 degrés, ntinuant comme on a dit plus haut.

Notre construction suppose que le plan donné est éclairé par le soleil à midi. Si cela n'était pas, voici ce qu'il faudrait faire.

1°. Par le moyen de la boussole, ou, ce qui vaut mieux, au moyen d'une méridienne horizontale tracée à peu de distance et prolongée jusqu'au plan, on déterminera la déclinaison de ce plan.

2°. En un point quelconque A du plan donné, on plantera le faux style perpendiculairement à ce plan.

3°. Par le même point A, on mènera une verticale A B, qui doit être de la longueur du faux style, et au point B on fera un angle égal à la déclinaison trouvée, mais du côté vers lequel le plan décline. Le second côté de cet angle se terminera à l'horizontale A D.

4°. Par le point D qu'on vient de trouver, on mènera sur le plan une verticale indéfinie, qui sera la méridienne du cadran.

5°. On prolongera la ligne horizontale A D au delà de la méridienne, d'une quantité D B' égale à D B, et l'on continuera comme dans le cas précédent, avec cette différence que le point C, où le vrai style doit être implanté, se trouvera au-dessous de l'horizontale A B'; que ce style se dirigera de bas en haut, en passant toujours par l'extrémité du faux style, et que tout le reste de la construction se fera au-dessus du point A, au lieu de se faire au-dessous. Le problème est donc résolu dans les deux cas qu'il peut offrir.

N. B. Si l'on voulait marquer sur le cadran vertical déclinant quelques lignes horaires de plus que celles qui sont données par l'équinoxiale, on couperait la dernière de celles-ci par une droite parallèle à la ligne horaire, qui en est éloignée de six heures; et l'on prendrait sur cette parallèle l'intervalle entre la dernière ligne horaire et l'avant-dernière, pour le porter de l'autre côté de celle-là, ce qui donnerait un point de la ligne suivante, et ainsi des autres.

J'ai emprunté cette méthode à l'excellent ouvrage de M. Mollet.

Problème.

Déterminer la déclinaison d'un mur.

Il suffit pour cela d'appliquer horizontalement contre le mur le côté d'une boîte carrée de boussole, et d'examiner la direction que suit l'aiguille aimantée. Lorsqu'on sait de quelle quantité le méridien magnétique s'écarte du méridien du lieu, il est aisé de conclure la déclinaison du mur; car cette déclinaison, ou l'angle que fait le mur avec le premier vertical, est le complément de l'azimut, c'est-à-dire de l'angle donné par la boussole, corrigé comme nous venons de le dire, de la déclinaison de l'aiguille. A Paris, la pointe nord de l'aiguille aimantée s'éloigne vers l'occident de 22° 25'.

Les *méthodes* graphiques que nous avons don-

nées conduisent rarement, même avec la plus grande adresse, à des résultats bien rigoureux : on fera toujours mieux, lorsqu'on voudra une grande exactitude, d'employer le calcul. Nous donnerons donc, comme nous l'avons fait jusqu'ici, c'est-à-dire sans aucune démonstration, les formules les plus nécessaires de la gnomonique.

CADRAN HORIZONTAL.

l étant la latitude du lieu, h l'angle horaire (15° pour 1 heure et 11 heures, 30° pour 2 heures et 10 heures, [illegible] et 10 heures $\frac{1}{2}$), x l'angle de [illegible] la méridienne, on a

$$\text{[illegible]}\ x = \text{[illegible]}\ h.$$

La latitude de Pari[illegible] 48° 50', on demande l'inclinaison de la ligu[illegible]aire de 10 heures ou 2 heures.

Tang. x = sin. l tang. h devient = sin. 48° 50' × tang. 30° ou log. x = log. sin. 48° 50' + log. tang. 30°

= log. sin. 48° 50'	$\bar{1}.8766785$
+ log. tang. 30°	1.7614394
	1.6381179

d'où x = l'angle horaire = 23° 29' 32".

C'est au moyen de cette formule qu'on a calculé les tables suivantes :

Angles que les lignes horaires d'un cadran horizontal pour la latitude de Paris font avec la méridienne.

Matin.	Soir.	Angles.
11h¼	12 ¼	2°49'50"
11 ½	12 ½	5 39.37
11 ¾	12 ¾	8 31. 0
11	1	11 24.18

Matin.	Soir.	Angles.
10h 1/4	1 1/4	14°20' 6''
10 1/2	1 1/2	17 19.10
10 1/4	1 1/4	20 22. 4
10	2	23 29.32
9 3/4	2 1/4	26 42.14
9 1/2	2 1/2	30 0.50
9 1/4	2 1/4	33 26. 1
9	3	36 58.26
8 3/4	3 1/4	40 38.40
8 1/2	3 1/2	34 27.14

Les autres lignes sont données par le tableau suivant:

Angles que les lignes horaires d'un cadran horizontal pour la latitude de Paris font avec la ligne de 6 heures.

Matin.	Soir.	Angles.
8h 1/4	3 1/4	41°35'26''
8	4	39 29. 5
7 3/4	4 1/4	33 13.36
7 1/2	4 1/2	28 49.11
7 1/4	4 1/4	24 16.14
7	5	19 35.30
6 3/4	5 1/4	14 48. 1
6 1/2	5 1/2	9 55. 9
6 1/4	5 1/4	48 58.33

Ces derniers angles doivent être tracés des deux côtés de la ligne de 6 heures pour donner les heures avant 6 heures du matin, et après 6 heures du soir.

CADRAN VERTICAL DÉCLINANT.

l étant toujours la latitude, *h* un angle horaire quelconque, *a* l'azimut du mur ou l'angle qu'il fait avec le méridien, *s* l'angle de la soustylaire avec la *méridienne*, *θ* l'angle du style avec la soustylaire,

z l'une ligne horaire avec la soustylaire,
ou *Uranographie de Francœur.*)

$$\text{Tang. } S = \text{cot. } l. \cos. a$$
$$\text{Sin. } \theta = \cos. l. \sin. a$$

Ces formules feront connaître la situation du style et de la soustylaire.

L'équation

$$\text{Tang. } z = \text{sin. } \theta \text{ tang. } (h - u)$$

fera connaître l'inclinaison des lignes horaires avec la soustylaire (h étant de 15° par heure), lorsqu'on aura u, qu'on obtient au moyen de l'équation auxiliaire

$$\text{Cot. } n = \text{sin. } l. \text{ tang. } a$$

Si u est plus grand que h, $(h-u)$ devient négatif, et par suite tang. z, c'est-à-dire que z doit être porté de l'autre côté de la soustylaire.

Problème.

Régler une montre au moyen d'un cadran solaire.

Une ligne méridienne, avec son style, ou un cadran solaire régulièrement tracé, peuvent servir à régler les montres, en ayant égard au défaut d'uniformité des retours du soleil au méridien dans diverses périodes de l'année. On sait qu'une montre ou une horloge bien réglée ne doit s'accorder avec le soleil que quatre fois par an, et que dans tous les autres jours elle doit avancer ou retarder sur les heures solaires, d'une manière fort irrégulière, parce qu'elle dépend de deux causes, qui tantôt tendent à se compenser, tantôt agissent en sens contraire. Cette quantité d'*avance* ou de *retard* dans un jour donné, se nomme *l'équation du temps*, et on la trouve indiquée dans les éphémérides, pour chaque jour de l'année, en minutes, secondes et dixièmes de secondes. Mais les montres ordinaires de poche, *n'étant pas* susceptibles de marcher aussi uniformé-

ment que les horloges ou les garde-temps, on a pensé qu'il suffirait à la plupart des amateurs qui désirent régler leurs montres, c'est-à-dire, savoir de combien elles avancent ou retardent par jour sur le temps moyen ou uniforme, d'avoir une table dans laquelle on trouverait l'indication des jours de l'année auxquels le temps moyen avance ou retarde sur le temps vrai ou solaire d'un nombre entier de minutes On peut voir, en la consultant, que le 2 janvier la montre doit avancer de 4 minutes sur l'heure du soleil; que le 1er. février elle doit avancer de 14 minutes, et se conserver ainsi jusqu'au 21 du même mois; de là avancer moins chaque jour, jusqu'au 16 avril, jour auquel elle doit s'accorder avec le soleil; puis retarder jusqu'à un maximum de 4 minutes seulement, qui tombe au 15 mai, et se retrouver d'accord avec le soleil vers le milieu de juin, etc. On peut remarquer que la plus grande différence entre les deux temps qui ait lieu dans toute l'année, répond à la fin d'octobre, et s'élève jusqu'à 16 minutes; et que dans le courant de décembre la montre, qui le 1er. de ce mois retardait de 11 minutes, doit avancer de 3 minutes le 31; ce qui fait une différence d'un quart d'heure dans ce mois, différence dont on accuserait la montre, tandis que c'est à la marche apparente du soleil qu'elle doit être réellement attribuée.

Il est aisé de comprendre que cette table d'*équation du temps* étant bornée aux minutes, ne peut être à peu près exacte que jusqu'à ce degré, mais il est suffisant pour la très-grande pluralité des montres ordinaires; pour les autres on aura recours aux tables complètes calculées pour tous les jours.

TABLE *des jours de l'année moyenne auxquels une réglée doit avancer ou retarder d'un nombre entie nutes sur le midi du soleil.*

JOURS.		AVANCE. minutes.	JOURS.		RETARD. minutes.	JOURS.	
Janvier.	2	4	Mai.	1	3	Octobre.	
	4	5		15	4		
	6	6		30	3		1
	8	7	Juin.	5	2		1
	11	8		11	1		2
	13	9		16	0		2
	16	10			avance		
	19	11		20	1	Novembre.	1
	22	12		25	2		2
	27	13		30	3		2
Février.	1	14	Juillet.	5	4		2
	21	14		11	5		
	28	13		22	6	Décembre.	
Mars.	5	12	Août.	11	5		
	9	11		16	4		
	12	10		21	3		
	16	9		25	2		1
	19	8		29	1		1
	23	7	Septembre.	1	0		1
	26	6			retard		1
	29	5		4	1		1
Avril	1	4		7	2		2
	5	3		10	3		2
	8	2		13	4		2
	12	1		16	5		
	16	0		19	6		
		retard		23	7		2
	20	1		24	8		2
	25	2		27	9		3
				30	10		

Pour compléter ces notions de gnomonique, nous donnerons, d'après l'*Annuaire du bureau des longitudes*, la table des latitudes des principales villes; nous y laissons la longitude et leur plus courte distance à Paris, qu'il peut souvent être agréable de connaître.

TABLE

DES LONGITUDES ET DES LATITUDES DES PRINCIPALES VILLES DU GLOBE.

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Agen.	1°43'40"O	44°12'22"N	53,121
Alby.	0.11.42 O	43.55.46 N	54,548
Ajaccio. . . .	6.23.49 E	41.55. 1 N	91,600
Alep.	34.50. 0 E	36.11.25 N	314,354
Alençon . . .	2.14.53 O	48.25.48 N	17,120
Alexandrie. .	27.35. 0 E	31.13. 5 N	302,648
Alger.	0 44.40 E	36.48.36 N	133,769
Amiens. . . .	0. 2. 4 O	49.52 41 N	11,750
Amsterdam .	2.33. 0 E	52 22.17 N	43,179
Angers. . . .	2.53 15 O	47.28. 9 N	26,243
Angoulême. .	2.10.59 O	45.34.57 N	39,056
Antongil. . .	48. 3.15 E	15.27.23 S	856,558
Arras.	0.26.10 E	50.17.34 N	16,485
Aurillac . . .	0. 6.25 E	44.55 41 N	43,439
Anvers. . . .	2. 3 55 E	51.13.16 N	30,323
Archangel . .	38.23.15 E	64.31.40 N	284,872
Astrakan. . .	45 42.30 E	46 21.12 N	338,419
Athènes . . .	21.25.59 E	37.58. 1 N	209,823
Auch.	1.45. 4 O	43.38.39 N	59,249
Auxerre . . .	1.14.57 E	47.47.57 N	14,715
Avignon. . .	2.28 15 E	43 57. 8 N	57,476
Bagdad. . . .	42. 4.30 E	33.19.40 N	385,889
Barcelone . .	0.10.18 O	41.21.44 N	83,060
Bar-sur-Ornain	2 50. 0 E	48.46. 5 N	20,745
Batavia. . . .	04.33 46 E	6 12. 0 S	1158,124

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam
Beauvais. . . .	0°15′15″O	49°26′ 7″N	6,890
Besançon . . .	3.42.30 E	47.13.45 N	32,831
Berlin.	11. 2. 0 E	52.31.45 N	87,726
Blois	0.59.59 O	47.35.20 N	15,730
Bombay. . . .	70.18. 0 E	18.56.40 N	699,797
Bordeaux . . .	2.54.14 O	44.50.14 N	49,600
Boston.	73.19. 0 O	42.22.11 N	552,087
Bourb. - Vendée	3.59.38 O	46.37.17 N	38,681
Bourg	2.53.30 E	46.12.26 N	36,381
Bourges. . . .	0. 3.42 E	47. 5. 4 N	19,470
Bremen. . . .	6.27.45 E	53. 4.38 N	65,260
Breslau	14.42. 3 E	51. 6.30 N	107,844
Brest . . . , .	6.49. 0 O	48.23.14 N	50,307
Bruxelles . . .	2. 2. 0 E	50.40.59 N	26,690
Buénos-Ayres.	60.51.15 O	34.35.26 S	1104,550
Bukarest . . .	23.48. 0 E	44.26.45 N	187,140
Cadix	8.37 37 O	36.32. 0 N	153,562
Caen.	2.41.53 O	49.11.12 N	20,645
Cahors.	0.52.58 O	44.25.56 N	49,394
Caire (le) . . .	28.58. 0 E	30. 3.20 N	321,085
Calcuta	86. 9.30 E	22.34.45 N	786,051
Canton	110.42.30 E	23. 8. 9 N	947,885
Cap-Français .	74.38.10 O	19.46.20 N	724,914
Cap de Bonne-Espérance. .	16. 3.45 E	33.55 15 S	933,196
Carcassonne. .	0. 0.45 E	43.12.54 N	62,466
Carthagène . .	77.50. 0 O	10.35.18 N	824,236
Cassel.	2.15. 3 E	51.19.20 N	58,576
Cayenne. . . .	54.35. 0 O	4.56.15 N	706,546
Châlons, Marne. .	2. 1.46 E	48.57.16 N	14,890
Chandernagor.	86. 9.15 E	22.61.26 N	783,803

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
rti . . .	0°50′55″O	48°26′54″N	7,580
ix . .	0.38.50 O	46.48.46 N	23,005
Cl t. . .	2.50. 0 E	48. 6.13 N	22,413
Cl g. . .	3.57.18 O	49.38.31 N	30,109
Clerm -Fer- rand 2		45.46.44 N	34,448
Colmar 1		48. 4.44 N	38,049
. .		41. 1.27 N	224,942
e. .		55.41. 4 N	102,966
Cracov .		50 3. 38 N	127,668
Dantz .		54.20.48 N	127,643
Digne .		44. 5.18 N	60,605
Dijon	(	47.19.25 N	26,150
Douvres. . . .	8	51. 7.47 N	26,493
Draguignan . .	4 0.18 E	43.32.18 N	66,904
Dresde	11.22.46 E	51. 2 50 N	84,896
Dublin	8.39. 0 O	53.21.11 N	78,400
Dunkerque . .	0. 2.22 E	51. 2. 9 N	24,430
Edimbourg . .	5 30.30 O	55.57.57 N	87,506
Epinal. . . .	4. 6.57 E	48.10.33 N	31,171
Evreux	1.10.56 O	48.55.30 N	8,690
Florence. . . .	8.55.30 E	43.46.41 N	88,514
Fort royal. . .	63.26. 0 O	14.35.49 N	685,185
Foix.	0.43.53 O	42.57.45 N	65,514
Foulpointe . .	47.33. 0 E	17.40.14 S	875,206
Francfort-sur-le-Mein. . .	6.15.45 E	50. 7.29 N	47,402
Gap	3.44.47 E	44.33.37 N	55,418
Genève	3.49 15 E	46.12. 0 N	40,966
Gênes.	6.37.45 E	44.25. 0 N	70,457
Gibraltar . . .	7.39.46 O	36. 6.30 N	154,551
Goa	71.25. 0 E	15.31. 0 N	785,578

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Gorée (île). . .	19°45′ 0″O	14 40′10″ N	420,221
Gotha.	8.23.45 E	50.56. 8 N	64,423
Greenwich. , .	2.20.24 O	51.28.39 N	33,622
Grenoble. . . .	3.23.24 E	45.11.42 N	47,923
Gueret.	0.28.10 O	46.10.12 N	29,843
Basse-Terre. .	64. 5.15 O	15.59.30 N	678,435
Hambourg. . .	7.38 22 E	53.32.51 N	74,548
Havane. (île de Cuba). .	84.43. 8 O	23. 9.27 N	771,164
Horn (cap de).	69.41.29 O	55.58.30 S	1330,485
Irkutek. . . .	101.51.15 E	52.16.41 N	657,244
Ispahan. . . .	49.30. 0 E	32.24.34 N	446,088
Jackson (port).	149.52. 0 E	33.51. 3 S	1701,560
Jakutsk. . . .	127.22.15 E	62. 1.50 N	683,060
Jérusalem. . .	33. 0. 0 E	31.47.47 N	333,562
Kasan.	47. 0.45 E	55.47.51 N	321,836
Kœnigsberg...	18. 9. 0 E	54.42.12 N	140,225
Laon.	1.17.12 E	49.33.54 N	12,355
La Rochelle. .	3.29.55 O	46. 9.21 N	39,705
Laval.	3. 6.38 O	48. 4.14 N	24,450
Le Mans . . .	2. 8.40 O	48. 0.30 N	18,300
Lille.	0.44.16 E	50.37.50 N	20,623
Lima.	79.27.45 O	12. 2.34 S	1025,056
Limoges. . . .	1. 4.52 O	45.49.53 N	34,372
Le Puy.	1.33.21 E	45. 2.51 N	43,728
Lisbonne. . . .	11.28.45 O	38.42.24 N	145,104
Londres (St.-Paul). . . .	2.26. 2 O	51.30.49 N	34,862
Lons-le-Saulnier.	3.13. 9 E	46.40.34 N	33,946
Lyon.	2.29. 9 E	45.45.58 N	38,886
Macao.	111.15. 0 F	22.12.44 N	959,389
Mâcon.	2.29.53 E	46.18.27 N	33,747

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Madras. . . .	77°56′15″E	13° 4′ 8″N	803,208
Madrid. . . .	6. 2. 0 O	40.24.57 N	104,947
Malaga. . . .	99.45. 0 E	2.10. 0 N	1052,853
Manille. . . .	118.38. 0 E	14.36. 0 N	1073,669
Marseille. . . .	3. 2. 0 E	43.17.49 N	65,835
Mecque (la). .	37.54.25 E	21.28. 9 N	451,538
Melun.	0.19.23 E	48.32.23 N	4,060
Mende.	1. 9.19 E	44.30.42 N	48,856
Metz.	3.50.13 E	49. 7.10 N	28,157
Mexico.	101.25.30 O	19.25.45 N	918,629
Mézières. . . .	2.23 16 E	49.45 47 N	20,130
Milan.	6.51.16 E	45.28. 2 N	63,987
Montauban. . .	0.59.30 O	44. 0.55 N	54,112
Montbrisson. .	1.44. 8 E	45.36.41 N	38,146
Montpellier. .	1.32.30 E	43.36.16 N	59,332
Monterey. . .	124.11.21 O	36.35.45 N	902,941
Monte-Video. .	58.34.45 O	34.54.48 S	1095,434
Mont-Marsan.	2.49.55 O	43.54 42 N	85,865
Moskow. . . .	35.12.45 E	55.45.45 N	248,226
Moulins. . . .	0.59.59 E	46.34. 4 N	26,303
Munich. . . .	9.14.15 E	48. 8.20 N	68,425
Nancy.	3 50.16 E	48.41.55 N	28,143
Nangasaki. . .	127.31.52 E	32.45.50 N	955,246
Nankin. . . .	116.27. 0 E	32. 4.40 N	903,247
Nantes.	3.56.59 O	47.13 6 N	33,992
Naples.	11.55.30 E	40.50.15 N	129,056
Nevers.	0 49.16 E	46.59.17 N	21,430
Niort.	2.49.27 O	46.20. 8 N	34,931
Nismes.	2. 1.30 E	43.50. 8 N	57,697
Nouvelle-Orléans.	92.18.45 O	29.57.45 N	770,335
Odessa.	28.25. 7 E	46.30.22 N	212,941

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Orléans.	0°25′34″O	47°54′12″N	10,850
Oxford.	3.35.37 O	51.45.40 N	41,298
Owhyée. . . .	158.19. 0 O	20.17. 0 N	1202,480
Palerme. . . .	11. 1.45 E	38. 6.44 N	148,350
Palme.	0.19. 0 E	39.34. 4 N	103,019
Paris.	0. 0. 0	48.50.13 N	000,000
Pau.	2.42.48 O	43.19. 1 N	64,791
Pékin.	114. 7.30 E	39.54.13 N	821,607
Périgueux. . .	1.36.41 O	45.11. 8 N	42,362
Perpignan. . .	0.33.54 E	42.42. 3 N	68,320
Pétersbourg. .	27.58.30 E	59.56.23 N	216,443
Philadelphie. .	77.31.45 O	39.56.55 N	596,392
Poitiers. . . .	5.9.31 O	46.35. 0 N	29,130
Pondichéri. . .	77.31.30 E	11.55.41 N	809,553
Port Louis. . .	55. 8.15 E	20. 9.45 S	940,263
Porto-Ferajo. .	7.59.20 E	42.49. 6 N	90,994
Porto-Rico. . .	68.33.30 O	18.29.10 N	690,742
Prague.	12. 5. 0 E	50. 5.19 N	88,261
Privas.	2.15.32 E	44.42.33 N	48,971
Québec.	73.30. 0 O	46.47.30 N	526,809
Quimper. . . .	6.26. 0 O	47 58.29 N	48,510
Quito.	81. 5.30 O	0 13.17 S	936,862
Rennes.	4. 1. 2 O	48. 6.50 N	30,651
Riga.	21.47.30 E	56.57. 1 N	170,526
Rio-Janeiro. . .	45. 5. 0 O	22.54.10 S	913,714
Rodez.	0.14.14 E	44.21. 8 N	49,861
Rome.	10. 9.32 E	41.53 54 N	110,422
Rouen.	1.14.16 O	49.26.27 N	11,230
Saint-Brieux. .	5. 4.10 O	48.31. 2 N	37,350
Saint-Denis. . .	53.10. 0 E	20.51 43 S	935,836
Saint-Joseph. .	112. 1. 8 O	23. 3.13 N	956,840
Saint-Lo. . . .	3.25.53 O	49. 6.57 N	25,213

DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Ste.-Hélène. . .	8° 9′ 0″ O	15°55′ 0″ S	723,917
Sainte-Croix. .	67. 8.44 O	17.44. 8 N	686,470
Siam.	98.30. 0 E	14.20.40 N	941,181
Smolensk. . .	29.40. 0 E	54.51. 0 N	212,461
Smyrne. . . .	24.46.33 E	38.28. 7 N	228,569
Stockholm. . .	15.43.15 E	59.20.31 N	154,530
Stralsund. . .	11.12. 0 E	54.19. 0 N	98,236
Strasbourg. . .	5.24.36 E	48.34.56 N	39,753
Stuttgard . . .	6.50.45 E	48.46.15 N	50,096
Syène.	30.34.19 E	24. 5.23 N	382,759
Taïti.	151.50.30 O	17.29.17 S	1569,273
Tarbes.	2.16. 1 O	43.13.52 N	64,687
Ténériffe (pic de).	19. 0. 0 O	28.17. 0 N	280,093
Thèbes.	30.19. 6 E	25.43. 0 N	366,774
Tobolsk. . . .	65,46. 0 E	58.11.42 N	428,214
Torneo.	21.52. 0 E	65.50.50 N	227,407
Toulon.	3.35.26 E	43. 7. 9 N	69,299
Toulouse. . . .	0.53.45 O	43.35.46 N	58,641
Tours.	1.38.37 O	47.23.46 N	20,125
Trébisonde. . .	37. 7.45 E	41. 2.41 N	301,225
Trieste.	11.26.53 E	45.38. 8 N	93,284
Trinquemalay.	78.52. 0 E	8.32. 0 N	847,412
Troyes.	1.44.34 E	48.18. 5 N	14,125
Tripoli.	10.51.18 E	32.53.40 N	198,777
Tulles.	0 33.58 E	45.16. 3 N	39,893
Tunis.	7.51. 0 E	36.47.59 N	148,069
Turin.	5.20. 0 E	45. 4. 0 N	58,206
Uranisbourg. .	10.22.44 E	55.54.38 N	105,298
Valence. . . .	2.33.10 E	44.55.59 N	47,502
Vannes.	5. 5.19 O	47.39.26 N	39,862

NOMS DES VILLES.	Longitude comptée de Paris.	LATITUDE.	Distance à Paris comptée en myriam.
Varsovie. . .	18°42′30″E	50°14′28″N	136,982
Venise. . . .	10. 0.44 E	45.25.53 N	84,522
Versailles. .	0.12.53 O	48.48.21 N	1,615
Vesoul. . . .	3.49.39 E	47.37.50 N	31,332
Vienne. . . .	14. 2.30 E	48.12.40 N	103,419
Vilna. . . .	22.57.45 E	54.41. 2 N	169,784
Washington.	79.19. 0 O	38.55. 0 N	615,540
Wardhuus. .	28.46.45 E	70.22.36 N	282,926

La dernière colonne, ayant pour titre *Distance à Paris comptée en myriamètres*, a été calculée en supposant la terre sphérique, et en ne négligeant que les quantés plus petites que les millièmes du myriamètre.

Si l'on veut réduire ces distances en lieues géographiques de vingt-cinq au degré ancien, il faut multiplier les myriamètres par 9/4 ou par 2 et un quart.

EXEMPLE. La distance de Paris à Vienne est de. . . . . 103,42 myr.
Ajoutez ce nombre à lui-même. 103,42
Ajoutez encore le quart. . . . 25,85
Somme. 232,69

La somme de ces trois quantités est égale à la plus courte distance de Paris à Vienne, exprimée en lieues et fractions décimales de la lieue.

NOTIONS
DE LEVÉ DES PLANS
ET DE NIVELLEMENT

La géodésie est la science qui a pour but de faire connaître les positions et les distances respectives des différens points de la surface du globe. Nous ne nous proposons point de réunir dans ce chapitre les élémens d'une science aussi étendue, et qui exige des connaissances en astronomie et en physique, que nous ne pouvons point supposer chez la plupart de nos lecteurs; nous nous bornerons à rappeler les formules les plus utiles dans le levé des plans un peu étendus, de six à huit mille arpens, par exemple; ce sera pour nos jeunes lecteurs une occasion d'employer quelques-unes des formules de trigonométrie du dictionnaire, et de se former ainsi à des calculs dont il est très-important d'acquérir l'habitude.

Former le canevas d'une carte, c'est déterminer les positions respectives des principaux lieux d'un pays. On y parvient en considérant ces lieux comme liés entre eux trois à trois par des lignes imaginaires qui forment ainsi des triangles dont ils occupent les sommets; et cette série de triangles dont on couvre ainsi toute la surface d'un pays, prend le nom de *réseau trigonométrique*.

On démontre que ces triangles réunissent les conditions les plus avantageuses lorsqu'ils sont les plus grands possibles et qu'ils approchent plus d'être équilatéraux.

On relève tous les angles de ces triangles, et on *mesure* un des côtés au moins de l'un d'eux : on a *dès lors* tous les élémens nécessaires pour calculer

les distances entre les sommets; car lorsque dans un triangle on connaît trois des six choses qui les constituent, pourvu toutefois que, parmi ces trois choses, il se trouve un côté, la trigonométrie enseigne à trouver les trois autres.

Ainsi donc, si (*fig.* 31) nous connaissons le côté G H du triangle G H F, nous connaîtrons bientôt toutes les parties de ce triangle, et par conséquent la longueur du côté F G; prenant à son tour ce côté F G pour *base*, nous résoudrons encore le triangle G F E, et nous aurons F E, qui nous servira pour connaître C F E, et ainsi de suite jusqu'au dernier. On vérifie de temps en temps les opérations, en mesurant directement un des côtés, A B, par exemple, et si le calcul est d'accord avec l'observation, ou s'il en diffère peu, l'opération a été bien faite. Dans l'opération dirigée par Delambre et Méchain pour la mesure d'un arc du méridien, on trouva qu'à *Perpignan* la base calculée d'après celle de *Melun* différait de 10 pouces de la base effectivement mesurée. Ces 10 pouces étaient la résultante de toutes les erreurs commises dans les mesures des bases, dans les angles et les calculs des *soixante* triangles qui joignaient ensemble ces deux bases.

La première opération sera donc la *mesure de la base.*

On passera de là à la mesure des angles; mais comme il est rare qu'on puisse se placer au point mathématique choisi pour sommet de l'angle, l'angle observé a besoin d'une correction connue sous le nom de *réduction au centre;* de plus, comme il est fort rare aussi que les angles observés soient déterminés par des points parfaitement de niveau, ces angles observés étant inclinés à l'horizon, il faut les y réduire. On connaît cette opération sous le nom de *réduction à l'horizon.*

Nous allons donner les moyens de faire ces divers calculs; mais comme il pourra arriver que nous nous servions indifféremment de la division du cercle *en 400 grades* ou en 360 degrés, nous allons in-

diquer ord le moyen de convertir les degrés en grades, réciproquement.

Problème.

Réduire les degrés en grades, et réciproquement.

Pour réduire les degrés ° en grades ᵍ, il faudra multiplier 1ᵍ1111 par le nombre de degrés, et réciproquement multiplier 0ᵍ9 par le nombre de grades pour les convertir en degrés.

Application.

On propose de convertir un angle de 7° 53′ 43″ 378 en grades; multipliant 1ᵍ1111 par 67° 53′ 43″ 378, on trouvera, en prenant un assez grand nombre de chiffres décimaux 75ᵍ4393.

Réciproquement multipliant 0ᵍ9 par 75ᵍ4393, on retrouvera 67° 53′ 43″ 351, à très-peu de chose près, le précédent.

On parviendra encore au même résultat de cette manière:

Soit encore l'angle de 67° 53′ 43″ 378, ayant converti les minutes et secondes en décimales,

On a.	67°8954
On ajoute le neuvième ou.	7.5439
On trouve comme ci-dessus.	75ᵍ4393

Réciproquement pour convertir 75ᵍ4393 en degrés,

De.	75ᵍ4393
On ôte le dixième ou.	7 5439 3
Il reste.	67°89537

Convertissant les décimales en minutes, secondes et parties de seconde, on trouvera 67° 53′ 43″ 332, moins juste que le précédent, mais suffisant pour *la pratique*.

RÉDUCTION AU CENTRE DE LA STATION.

L'observateur aurait dû se placer au point C (*fig.* 32), centre de la station ; mais il a été obligé de se placer en O, d'où il a observé AOB. Il s'agit d'obtenir ACB au moyen de AOB.

Soit ACB = C, AOB = O, OC = R.

La distance AC de l'objet à droite = D.

Celle BC de l'objet à gauche = G.

L'angle BOC entre l'objet à gauche et la direction au centre = y, on a

$$C - O = \frac{r \sin.(O + y)}{D} - \frac{r \sin. y}{G}$$

Pour que cette expression donne des secondes, il faut multiplier les deux termes du second membre par le nombre R'' qui exprime le nombre de secondes contenues dans un arc dont la longueur est égale à celle de son rayon (*Voy.* le Dictionnaire, au mot *Arc.*). Ce nombre est pour l'ancienne division 57° 17' 44'' 8 = 206264'' 8, dont le logarithme est 5.3144251 ; dans la nouvelle division R'' = 63° 66197 = 636619'' 7, dont le log. est 5.8038801.

La formule devient

$$C - O = R'' \frac{r \sin.(O + y)}{D} - \frac{R'' r \sin. y}{G}$$

Il suffit, pour en faire usage, d'avoir égard aux signes de sin. $(O+y)$ et de sin. y.

Ainsi le premier terme de la réduction sera additif tant que $O + y$ sera moindre que deux droits ; il sera soustractif au contraire si $O + y$ est plus grand que deux droits ; le second terme sera soustractif tant que y sera plus petit que deux droits, et additif quand y surpassera deux droits.

Application.

Soit $O = 48^{g}.756$ $y = 294^{g}$,
$r = 3^{m}257$, $D = 17500^{m}$, $G = 20300^{m}$

on aura

1er. terme de la correction,		2e. terme
log. $R'' = 5.80388$		
log. $r = 0.51282$		
$+ 6.31670$		$- 6.31670$
log. sin. $(O+y)$ $- 9.89310$	log. sin y	$- 9.99807$
comp. log. D 5.75696	comp. log. G	$- 5.69250$
$- 1.96676$		$+ 2.09727$

Nombres qui répondent à

$- 92''.6$	et	$+ 101''.7$
2me. terme.		$+ 101''.7$
1er. terme.		$- 92''.6$
La réduction est		$+ 9''.1$
Mais l'angle observé est. . . .		$48^{g}.7560$ .0

Donc, l'angle réduit au centre $= 48^{g}.7569''.1$

RÉDUCTION A L'HORIZON.

Deux objets A. B (*fig.* 33) sont tellement situés à l'égard du point C, que l'un se trouve au-dessus de l'horizon CD de la quantité AD perpendiculaire à CD, et l'autre au dessous de l'horizon CE de la quantité EB perpendiculaire à CE; on demande la projection de ACB sur DCE.

Soit cette projection $= O$ faisant le rayon $= 1$, l'angle observé $ACB = a$, la distance de l'objet B au zénith $= b$, la distance de l'objet A au zénith $= c$, on a

$$\sin.\ \tfrac{1}{2}\ O = \frac{\sqrt{\sin.\ \tfrac{1}{2}\,[a+(b-c)]\ \sin.\ \tfrac{1}{2}\,[a-(b-c)]}}{\sin.\ b.\ \sin.\ c.}$$

Application.

Soit $a = 61° 9' 27''3$
$b = 91.32.45$
$c = 91.25.51.$

on aura

$b - c =$	0. 6' 54''
$a + (b - c) =$	61.16.21.3
$a - (b - c) =$	61. 2.33.3
$\frac{1}{2}[a + (b - c)] =$	30.38.10.65
$\frac{1}{2}[a - (b - c)] =$	30.31.16.65
log. sin. $\frac{1}{2}[a + (b - c)]$	9. 7072179
log. sin. $\frac{1}{2}[a - (b - c)]$.	9. 7057427
comp. log. sin. b.	0. 0001581
comp. log. sin. c.	0. 0001356
log. (sin. $\frac{1}{2}$ O)^2	19. 4132543
log. sin. $\frac{1}{2}$ O	9. 7066271

Qui répond à 30o 35′ 24'' 6 ; donc l'angle ICH réduit à l'horizon = DCE = 61° 10′ 49″ 18.

Au lieu de former le canevas d'un plan comme nous l'avons indiqué, on peut encore procéder de la manière suivante, lorsque des extrémités d'une base qu'on mesure d'abord avec soin, on peut apercevoir les principaux points qu'il s'agit de déterminer, soit par exemple (*fig.* 34) A. B cette base, C. D. E. F... ces points ; il est clair que si du point B, par exemple, on relève les angles ABC, ABD, ABE, ABF, et que, se transportant à l'autre extrémité de la base, en A, on fait la même opération pour CAB, DAB, EAB, BAF, on aura tous les élémens nécessaires pour déterminer les points principaux, puisqu'ils sont les sommets de triangles dont on connaîtra toujours un côté et les deux angles adjacens.

Exemple.

Soit la base A de 2500 mètres, FAB = 83° 1′, et ABF = 51° 40′ ; il en résulte que BFA = 45° 19′.

Or la formule du Dictionnaire (au mot *Trigonométrie*) indique le calcul suivant:

log. FA = log. 2500^m + log. sin. 51° 40' — log. sin. 45° 19'

log. 2500^m.	= 3.3979400
log. sin. 51° 40'	= 9.8945463
compl. log. sin. 45° 19'. . . .	= 0.1481279

Otant une dixaine à la caractéristique à cause du complément, on a

log. FA . . . . . = 3.4406142

qui répond à 2758^m.12; c'est la distance cherchée.

Problème.

On demande la distance entre F et B, les données restant les mêmes, on a

log. FB = log. 2500^m. + log. sin. 83° 1' — log. sin. 45° 19'

log. 2500^m	= 3.3979400
log. sin. 83° 1'	= 9.9967662
complément arithmétique log. sin. 45° 16'	= 0.1481279

Otant une dizaine à la caractéristique à cause du complément, on a

log. FB . . . . . = 3.5428341

qui répond à 3490^m.07.

S'il s'agissait de déterminer le point G formant avec AB un angle trop obtus pour pouvoir obtenir beaucoup d'exactitude dans les résultats, ou si ce point était invisible de A, la résolution du triangle ABC donnerait BC; du point B on relèverait CBG, et l'on se transporterait en C pour relever GCB: BC serait alors la nouvelle base, et pourrait servir pour déterminer par les mêmes moyens les points *H. I.*, etc.

Application.

Si les élémens du triangle étaient, par exemple,

Angles	le côté connu.	3490m107
48°49'	on trouverait pour	
31.33	les deux autres.	2664. 22
99.38	et.	1852. 27
180° »		

Nous donnons ici une autre application au moyen de laquelle on pourra s'exercer au calcul de tous les cas des triangles rectilignes obliquangles en s'accordant alternativement les différens angles et les différens côtés.

Angles.	Côtés.
33°25'	1052.63
75.50	1805.77
75.43	1852.27
180. 0	

Comme lorsqu'on rapporte sur le papier la position des différens points, on éprouve beaucoup de difficulté, lorsque les angles sont fort aigus, à obtenir des intersections bien nettes; comme il arrive aussi que, la position d'un point dépendant quelquefois de celle de deux autres déjà placés, la petite erreur commise sur le lieu des points primitifs influe d'une manière sensible sur la place des points subséquens, les géographes préfèrent souvent fixer ces points à l'aide de leurs distances à deux axes rectangulaires pris dans le plan; mais afin que la carte soit orientée, il est naturel de prendre pour axe vertical la méridienne passant par le lieu le plus important du pays; nous devons donc ici trouver la méridienne, quelle que soit la méthode qu'on emploie pour fixer sur le papier les points du terrain, cette recherche *nous est* d'ailleurs nécessaire pour orienter

le plan : est évident, en effet, que lorsqu'on connaît l'ang. formé par une de ses lignes principales avec le mé.idien terrestre, on peut assigner la place que les objets occupent à l'égard des quatre points cardinaux.

Problème.

Trouver la direction de la méridienne.

Pour avoir la direction de la méridienne assez exactement, il suffit, pendant une belle nuit, d'aligner l'étoile polaire au moment où elle se trouve dans le même plan vertical que ε ou la première étoile de la queue de la grande ourse. On laisse la lunette dans cette direction, et lorsqu'il fait jour, on fait mettre un signal au loin, et suivant l'axe de la lunette ramenée à l'horizon. L'angle formé par cette direction, et l'une des lignes du plan, est l'azimut de cette ligne. Cela posé, voici comment on parvient à déterminer la distance des principaux points à la méridienne et à sa perpendiculaire, ou les coordonnées x y de ces points.

Soit (*fig.* 35) M M′ la méridienne, P P′ la perpendiculaire; en supposant ces lignes indéfinies, le plan se trouve partagé en quatre parties, et comme, lorsqu'on enregistre les distances à la méridienne et à la perpendiculaire, il importe d'indiquer dans quel sens elles doivent être prises, il est nécessaire de donner aux coordonnées des signes qui les fassent connaître immédiatement. On peut adopter les conventions établies dans la théorie des courbes; alors les signes sont donnés par le tableau suivant :

Dans l'angle M A P′	on a	$+x+y$.
Dans P′ A M		$+x-y$.
Dans M A P		$-x+y$.
Dans M′ A P		$-x-y$.

Il est évident d'ailleurs que si des points S. S′ S″ on abaisse des perpendiculaires S q, S Q. S′ q', S Q, S″ q'', S″ Q″ sur la méridienne et sur la perpendiculaire, *on* connaîtra les coordonnées x et y de ces

points en résolvant les triangles rectangles dont on connaît les hypothénuses, qui ne sont autre chose que les côtés du triangle, et un des angles aigus qu'on déduit de l'azimut observé.

Problème.

Connaissant deux angles contigus compris entre trois objets donnés de position, déterminer la station d'où l'on observe.

On peut souvent substituer au calcul nécessaire pour déterminer ainsi la station, un procédé graphique également sûr et prompt, au moyen d'un instrument assez simple; composé d'un demi-cercle gradué, muni de trois rayons qui se prolongent d'environ dix-huit pouces en dehors de la circonférence, en forme de règles à biseau. L'une de ces règles est le diamètre prolongé; elle est fixe. Les deux autres sont mobiles autour du centre, marquées par une légère entaille, et elles portent chacune une languette qui s'applique contre le bord du cercle divisé, et qui est munie d'un vernier.

Lorsqu'on a observé avec le cercle de réflexion, ou tel autre instrument approprié, deux angles entre trois objets (déjà placés sur le canevas), que nous nommerons A. B. C; appelant A la règle fixe ou le diamètre prolongé du demi-cercle, on fait mouvoir circulairement la règle B jusqu'à ce que son vernier réponde à l'angle observé entre les points A et B, puis on ajuste de même la règle C, de manière qu'elle fasse avec B l'angle observé entre B et C. On arrête alors les deux règles mobiles, chacune à sa place, par sa vis de pression, puis on promène sur le canevas le système angulaire ainsi préparé, jusqu'à ce que les trois biseaux des règles rasent exactement les trois A. B. C. du canevas. Alors on est sûr que le centre du cercle indiqué par l'entaille répond au point d'où l'on a observé ces mêmes angles, et on le marque sur le canevas.

NIVELLEMENT.

...ts sont de niveau lorsqu'ils sont également éloignés du centre de la terre, et le nivellement est l'art de déterminer de combien un objet est plus éloigné qu'un autre de ce centre. Nous ne pouvons, dans un ouvrage de ce genre, donner la description des instrumens employés dans le nivellement; présenter ou plutôt rappeler les moyens de calcul, tel est notre but.

On nomme ligne de niveau apparent le rayon visuel horizontal, et ligne de niveau vrai toute courbe parallèle à la surface de la terre. Ainsi (*fig.* 36) A B est une ligne de niveau apparent, A D une ligne de niveau vrai.

Soit A B = a, B D ou la différence du niveau vrai au niveau apparent = h; soit C D = R le rayon de la terre, on a sensiblement

$$h = \frac{a^2}{2R}$$

or 2 R = 12,732,396 mètres, log. 7.1049101; mais la réfraction élevant le plus souvent les objets, il est nécessaire d'en tenir compte, c'est-à-dire qu'il faut abaisser d'une certaine quantité le point de vue apparent pour connaître la hauteur du point vrai de niveau apparent.

TABLE

Des Hauteurs du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, et des Abaissemens causés par la Réfraction, depuis la distance de 20 mètres jusqu'à celle de 10000.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
mt	mt	mt	mt
0			
20	0,0000	0,0000	0,0000
40	0,0000	0,0000	0,0000
60	0,0001	0,0000	0,0001
80	0,0003	0,0000	0,0002
100	0,0005	0,0001	0,0004
120	0,0008	0,0001	0,0007
140	0,0011	0,0002	0,0009
160	0,0015	0,0002	0,0013
180	0,0020	0,0003	0,0017
200	0,0025	0,0004	0,0021
220	0,0031	0,0005	0,0026
240	0,0038	0,0006	0,0032
260	0,0045	0,0007	0,0038
280	0,0053	0,0008	0,0045
300	0,0062	0,0010	0,0052
320	0,0071	0,0011	0,0059
340	0,0080	0,0013	0,0067
	0,0091	0,0014	0,0076

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
360	0,0102	,0016	0,0085
380	0,0113	18	0,0095
400	0,0126	20	0,0106
420	0,0138	22	0,0116
440	0,0152	24	0,0128
460	0,0166	0,0027	8,0140
480	0,0181	0,0029	0,0152
500	0,0196	0,0031	0,0165
520	0,0212	0,0034	0,0178
540	0,0229	0,0037	0,0192
560	0,0246	0,0039	0,0207
580	0,0264	0,0042	0,0222
600	0,0283	0,0045	0,0237
620	0,0302	0,0048	0,0254
640	0,0322	0,0051	0,0270
660	0,0342	0,0055	0,0287
680	0,0363	0,0058	0,0305
700	0,0385	0,0062	0,0323
720	0,0407	0,0065	0,0342
740	0,0430	0,0069	0,0361
760	0,0454	0,0073	0,0381
780	0,0478	0,0076	0,0401
800	0,0503	0,0080	0,0422
820	0 0528	0,0084	0,0444
840	0,0554	0,0089	0,0465

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
860	0,0581	0,0093	0,0488
880	0,0608	0,0097	0,0511
900	0,0636	0,0102	0,0534
920	0,0665	0,0106	0,0558
940	0,0694	0,0111	0,0583
960	0,0724	0,0116	0,0608
980	0,0754	0,0121	0,0634
1000	0,0785	0,0126	0,0660
1020	0,0817	0,0131	0,0686
1040	0,0849	0,0136	0,0714
1060	0,0882	0,0141	0,0741
1080	0,0916	0,0147	0,0769
1100	0,0950	0,0152	0,0798
1120	0,0985	0,0158	0,0828
1140	0,1021	0,8163	0,0857
1160	0,1057	0,0169	0,0888
1180	0,1094	0,0175	0,0919
1200	0,1131	0,0181	0,0950
1220	0,1169	0,0187	0,0982
1240	0,1208	0,0193	0,1014
1260	0,1247	0,0199	0,1047
1280	0,1287	0,0206	0,1081
1300	0,1327	0,0212	0,1115
1320	0,1368	0,0219	0,1150
1340	0,1410	0,0226	0,1185

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
1360	0,1453	0,0232	0,1220
1380	0,1496	0,0239	0,1256
1400	0,1539	0,0246	0,1293
1420	0,1584	0,0253	0,1330
1440	0,1629	0,0261	0,1368
1460	0,1674	0,0268	0,1406
1480	0,1720	0,0275	0,1445
1500	0,1767	0,0283	0,1484
1520	0,1815	0,0290	0,1524
1540	0,1863	0,0298	0,1565
1560	0,1911	0,0306	0,1605
1580	0,1961	0,0314	0,1647
1600	0,2011	0,0322	0,1689
1620	0,2061	0,0330	0,1731
1640	0,2112	0,0338	0,1774
1660	0,2164	0,0346	0,1818
1680	0,2217	0,0355	0,1862
1700	0,2270	0,0363	0,1907
1720	0,2323	0,0372	0,1951
1740	0,2378	0,0380	0,1997
1760	0,2433	0,0389	0,2044
1780	0,2488	0,0398	0,2090
1800	0,2545	0,0407	0,2137
1820	0,2602	0,0416	0,2185
1840	0,2659	0,0425	0,2234

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
1860	0,2717	0,0435	0,2282
1880	0,2776	0,0444	0,2332
1900	0,2835	0,0454	0,2382
1920	0,2895	0,0463	0,2432
1940	0,2956	0,0473	0,2483
1960	0,3017	0,0483	0,2534
1980	0,3079	0,0493	0,2586
2000	0,3142	0,0503	0,2639
2100	0,3464	0,0554	0,2909
2200	0,3801	0 0608	0,3193
2300	0,4155	0,0665	0,3490
2400	0,4524	0,0724	0,3800
2500	0,4909	0,0785	0,4123
2600	0,5309	0,0849	0,4460
2700	0,5726	0,0916	0,4809
2800	0,6157	0,0985	0,5172
2900	0,6605	0,1057	0,5548
3000	0,7069	0,1131	0,5938
3100	0,7548	0,1208	0,6340
3200	0,8042	0,1287	0,6756
3300	0,8553	0,1368	0,7184
3400	0,9079	0,1453	0,7626
3500	0,9621	0,1539	0,8082
3600	1,0179	0,1629	0,8550
3700	1,0752	0,1720	0,9032

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
3800	1,1341	0,1815	0,9527
3900	1,1946	0,1911	1,0035
4000	1,2566	0,2011	1,0556
4100	1,3202	0,2112	1,1090
4200	1,3854	0,2217	1,1638
4300	1,4522	0,2323	1,2198
4400	1,5205	0,2433	1,2772
4500	1,5904	0,2545	1,3360
4600	1,6619	0,2659	1,3960
4700	1,7349	0,2776	1,4573
4800	1,8096	0,2895	1,5200
4900	1,8857	0,3017	1,5840
5000	1,9635	0,3142	1,6493
5100	2,0428	0,3268	1,7160
5200	2,1237	0,3398	1,7839
5300	2,2062	0,3530	1,8532
5400	2,2902	0,3664	1,9238
5500	2,3758	0,3801	1,9957
5600	2,4630	0,3941	2,0689
5700	2,5518	0,4083	2,1435
5800	2,6421	0,4227	2,2193
5900	2,7340	0,4374	2,2965
6000	2,8274	0,4524	2,3750
6100	2,9225	0,4676	2,4549
6200	2,0191	0,4830	2,5360

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION. du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
6300	3,1172	0,4988	2,6185
6400	3,2170	0,5147	2,7023
6500	3,3183	0,5309	2,7874
6600	3,4212	0,5474	2,8738
6700	3,5256	0,5641	2,9615
6800	3,6317	0,5811	3,0506
6900	3,7393	0,5983	3,1410
7000	3,8484	0,6157	3,2327
7100	3,9592	0,6335	3,3257
7200	4,0715	0,6514	3,4201
7300	4,1854	0,6697	3,5157
7400	4,3008	0,6881	3,6127
7500	4,4179	0,7069	3,7110
7600	4,5365	0,7258	3,8106
7700	4,6566	0,7451	3,9116
7800	4,7784	0,7645	4,0138
7900	4,9017	0,7843	4,1174
8000	5,0265	0,8042	4,2223
8100	5,1530	0,8245	4,3285
8200	5,2810	0,8450	4,4360
8300	5,4106	0,8657	4,5449
8400	5,5418	0,8867	4,6551
8500	5,6745	0,9079	4,7666
8600	5,8088	0,9294	4,8794
8700	5,9447	0,9511	4,9935

SUITE DE LA TABLE.

DISTANCE EN MÈTRES.	ÉLÉVATION du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	Excès de l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sur l'abaissement causé par la réfraction.
	mt	mt	mt
8800	6,0821	0,9731	5,1090
8900	6,2211	0,9954	5,2258
9000	6,3617	1,0179	5,3438
9100	6,5039	1,0406	5,4123
9200	6,6476	1,0636	5,5840
9300	6,7929	1,0869	5,7060
9400	6,9398	1,1104	5,8294
9500	7,0882	1,1341	5,9541
9600	7,2382	1,1581	6,0801
9700	7,3898	1,1824	6,2074
9800	7,5430	1,2069	6,3361
9900	7,6977	1,2316	6,4661
10000	7,8540	1,2566	6,5973

Problème.

Trouver la différence du niveau de deux points situés à égale distance de l'instrument.

Il est évident que lorsqu'on pourra placer son niveau A (*fig.* 36) à des distances égales des points E B qu'on veut niveler, on ne tiendra compte ni de la réfraction, ni de la différence du niveau vrai au niveau apparent, car ces deux causes d'erreur se compensent; il suffira donc de soustraire la plus *petite* élévation de la mire, ou la plus petite cote

e la plus grande, le reste donnera la différence de iveau des points, c'est-à-dire fera connaître de ombien le point auquel correspond la *plus grande* ote est *plus bas* que l'autre.

Problème.

Trouver la différence de niveau de deux points, n plaçant l'instrument à l'un des points extrêmes.

Soient ces deux points A et B (*fig.* 36) et soit lacé l'instrument au point A, on retranchera de la ote correspondante au point B, la correction donnée par les tables pour la distance AB, et l'on soustraira la plus petite cote de la plus grande.

Exemple.

Soit la distance AB = 300 mètres, la hauteur de instrument en A = 1.054, la cote B 1.280, je cherhe dans la quatrième colonne de la table le nombre orrespondant à 300 mètres, je trouve 0,0059 que e retranche de 1.280; il reste 1.2741, je soustrais .054 de 1.2741, et il reste pour la différence de niveau des points A et B, la quantité de $0^{m}.2201$. Donc le point A est plus élevé que le point B, l'environ 22 centimètres.

Problème.

Trouver la différence du niveau de deux points, es points étant situés à des distances inégales de instrument.

Soient F et B les deux points, on retranchera l'abord la correction pour chaque distance donnée ar la quatrième colonne de la table, puis sous-rayant la plus petite cote de la plus grande, on aura a différence de niveau cherché.

Exemple.

Soit FA = 100 mètres; AB = 200, soit la cote = 1.66 et la cote B = 1.880.

mètres plus bas que le point E.

Nous n'entrerons point dans de plus gr
tails sur l'art du nivellement, dont la pa
rique est extrêmement simple; nous e
ceux de nos lecteurs qui désireront acq
connaissances plus étendues, à consulter
de topographie de M. Puissant, et l'*Essai su*
lement, de M. Busson-d'Escars.

Connaissant la hauteur d'eau à laquel
élevé, déterminer sans instrument l'étend
horizon visuel, la terre étant supposée s

T H (*fig.* 37) étant cette hauteur, que n
merons *h*, la limite de l'horizon visuel e
minée par le point P de contact de la tange
On a donc à résoudre un triangle rectan
dont on connaît l'hypothénuse C H = ray
terre + *h* et C P = rayon de la terre. Il suffi
au moyen de ces données, de trouver la
leur de l'angle C, mesuré par l'arc T P; si
d'ailleurs que le degré terrestre équivaut à
la minute à 1852, et la seconde 31 mètres

$$\text{or, cos. C} = \frac{R}{\quad}$$

le log. du rayon des tables est. . . 10.0000000
$R = 6366198^m$ log. 6.8038801
$h = 6980.$

$(R + h) = 6373178^m$ — log. 6.8043561

log. cos. C 9.9995240

angle $C = 2^o\ 40'\ 50'' = 297852$ mètres = 67 lieues environ de 25 au degré.

C'est aussi de cette distance qu'on aurait pu apercevoir le ballon qui le portait. Nous ferons remarquer qu'en ne tenant point compte de la réfraction qui élève les objets au-dessus de leur lieu réel, la mesure de *la dépression* Q H P, prise avec un instrument, donne immédiatement, et avec une approximation suffisante, l'angle C, et par suite la longueur de l'arc T P, au moyen des valeurs de degrés, minutes, secondes, que nous avons données plus haut. Ceci devient évident, si l'on se rappelle que dans tout triangle rectangle les angles aigus sont complémens l'un de l'autre.

On a donc P H C + P C H = 2 droits; mais H Q étant horizontale, elle est perpendiculaire à la verticale H T C. Par conséquent, Q H P, ou la dépression plus P H C = aussi 2 droits, d'où l'on conclut dépression = P C H.

La table suivante, extraite de l'*Uranographie* de M. Francœur, donne la distance en lieues par pieds d'élévation au-dessus du niveau de la mer; la dépression est corrigée de la réfraction.

PIEDS d'élévation	dépression.	DISTANCE en lieues.	PIEDS d'élévation	dépression.	DISTANCE en lieues.	PIEDS d'élévation	dépression.	DISTANCE en lieues.
1	1′ 1″	0.43	14	3′ 47″	1.58	40	6′ 24″	2.67
2	1 26	0.60	16	4 3	1.69	45	6 47	2.83
3	1 45	0.73	18	4 17	1.78	50	7 9	2.98
4	2 1	0.84	20	4 31	1.88	55	7 30	3.13
5	2 15	0.94	22	4 45	1.98	60	7 50	3.27
6	2 29	1.04	24	4 57	2.06	70	8 27	3.52
7	2 40	1.11	26	5 9	2.15	80	9 2	3.77
8	2 51	1.19	28	5 21	2.23	90	9 35	4.00
9	3 2	1.26	30	5 32	2.31	100	10 6	4.21
10	3 12	1.33	32	5 43	2.38	130	11 31	4.80
11	3 21	1.40	34	5 53	2.45	150	12 23	5.17
12	3 30	1.46	37	6 9	2.56	200	14 18	5.96
						300	17 30	7.31
						400	20 12	8.42
						500	22 35	9.42
						600	24 45	10.31
						800	28 35	11 01

Ces nombres servent à évaluer la distance d'un navire au rivage. La formule résout une foule de questions analogues. Nous donnons ici quelques valeurs de h, afin que le lecteur puisse s'exercer.

Le sommet du grand mât d'un vaisseau de 120 canons est élevé au-dessus du niveau de la mer d'environ 50 m.

Le Chimborazo, montagne du Pérou, de 6530 m.

Le Pic de Ténériffe, de 3710 m.

Le 14e pic de l'Himalaya, la plus haute montagne du monde, 7821 m.

GÉOMÉTRIE PRATIQUE,

ET PROBLÈMES DIVERS.

MESURAGE DES BOIS.

Lorsqu'on met les bois en œuvre, on les équarrit d'abord ; c'est-à-dire qu'on leur donne la forme d'un parallélipipède rectangle, et alors on entend par *équarrissage* le carré inscrit dans le cercle formé par la circonférence de l'arbre *en grume ;* lorsque cet arbre diminue de grosseur, comme il arrive souvent, en allant du pied vers les branches; l'équarrissage s'évalue sur la circonférence *moyenne*, c'est-à-dire sur la section faite au milieu de la longueur.

Si d est le diamètre moyen, h la hauteur de l'arbre, v le volume de l'arbre équarri,

$$\frac{d^2}{2} = \text{équarrissage}$$

$$\text{et } v = \frac{d^2}{2} \times h$$

Si le bois était déjà équarri, et même si l'une des dimensions de l'équarrissage était beaucoup moins large que l'autre, on aurait

$$v = l\,b\,h$$

l étant la longueur de la pièce, h l'épaisseur dans le sens vertical, et b la largeur dans le sens horizontal.

Si l'on *voulait* connaître le poids p de cette pièce,

…ensions ont été prises en *décimètres*, …
… le poids spécifique du bois (*voyez* la …
… pour les principaux bois dans la table s…
… aurait en *kilogrammes*

$$p = a\,l\,b\,h = a\,v.$$

Si l'unité de mesure était le centimètre au lieu … décimètre, cette expression donnerait le poids … grammes.

Table des valeurs de a, *pour*

Le cœur de chêne.	$a = 1.170$
Noyer et orme.	0.671
Noisetier et tilleul.	0.604
Sapin.	0.550
Hêtre.	0.852
Peuplier.	0.383
Poirier.	0.661
Frêne.	0.845
Aune.	0.800
Cerisier.	0.715

Problème.

Mesurer une pièce de bois de forme irrégulièr… on se contente de prendre la moyenne arithmétiq… de ses dimensions; soit, par exemple, une pièce … bois qui aurait 12 mètres de longueur,

De largeur à un bout.		80 ce
Et d'épaisseur	35 cent.	
De largeur à une distance de 3 mètres.		75
Et d'épaisseur.	25	
De largeur à la moitié. . . .		65
Et d'épaisseur.	20	
A trois mètres plus loin. . .	15	60
A l'extrémité.	10	50
La somme des dimensions est	105	330

On prend la cinquième, et l'on a

Largeur moyenne	66	centimètres
Épaisseur moyenne	21	
Le produit de ces dimensions entre elles.	= 1386	centimètres
Multipliant par la longueur de la pièce ou.	12	
on trouve. . . .	166,32	

ou un stère six cent soixante-trois millimètres deux dixièmes.

MESURER LE DIAMÈTRE INTÉRIEUR D'UN TUBE CAPILLAIRE.

1°. On pèsera d'abord le tube vide, dont on connaît la longueur h en millimètres; 2°. on l'emplira de mercure, et on le pèsera de nouveau; soit la différence des poids en grammes $= p$

le diamètre intérieur du tube $= 9.73571 \sqrt{\frac{p}{h}}$

Si l'on opérait par logarithmes, on aurait pour celui de 9.73571. . . . . 0.9883677

La hauteur h est mesurée à la température 0; si la colonne de mercure était un peu longue, il serait plus exact de la réduire de son $\frac{1}{5550}$ pour chaque degré centigrade au-dessus de zéro.

PILES DE BOULETS.

Dans les parcs d'artillerie, on met en piles les boulets de canon, les bombes et les obus. Ces piles peuvent être, ou pyramidales à base carrée, ou pyramydales à base triangulaire, ou oblongues, ayant pour base un parallélogramme rectangle.

S *étant le nombre* total des boulets de la pile,

n celui d haque arête latérale, qui est égale au nombre ae tranches, on a pour la *pile pyramidale à base carrée*

$$S = \frac{n(n+1)(2n+1)}{1 \times 2 \times 3}$$

Au moyen de cette formule, on formerait le tableau suivant :

Arêtes.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Tranches.	1.	4.	9.	16.	25.	36.	49.	64.	81.	100.
Piles.	1.	5.	14.	30.	55.	91.	140.	204.	285.	385.

On aurait pour la *pile pyramidale à base triangulaire*

$$S = \frac{n(n+1)(n+2)}{6}$$

On pourra s'exercer au calcul de cette formule, au moyen du tableau suivant :

Arêtes.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Tranches.	1.	3.	6.	10.	15.	21.	28.	36.	45.	55.
Piles.	1.	4.	10.	20.	35.	56.	84.	120.	165.	220.

Pour la *pile oblongue, dont la base est un rectangle*, soit m le nombre de boulets contenus dans la tranche supérieure, on a

$$S = \frac{n(n+1)(3m+2n-2)}{6}$$

En faisant $m = 10$, on formerait le tableau suivant :

Tranches.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Valeur des tranches.	10.	22.	36.	52.	70.	90.	112.	136.	162.	190.
Piles.	10.	32.	68.	120.	190.	280.	392.	528.	690.	880.

Réciproquement, étant donnée S, on trouverait n *dans les* deux premières formules, quant à la

ıe, connaissant deux des quantités, S, n
ın trouvera toujours l'autre.

JAUGEAGE.

ːr un tonneau.

ıngueur du tonneau ; d, diamètre du fond ;
nètre du bouge, exprimé en la même unité
ː ; C, la capacité en unité cubique de la
ːspèce. On a

$$C = 0.0873 \times L \times (d + 2D)^2.$$

Application.

tonneau a 11 décimètres $\frac{4}{10}$ de longueur, les
res étant 9.7 et 8.8, la formule devient

$$= 0.0873 \times 11.4 \times (8.8 + 2 \times 9.7)^2$$
$$= 0.0873 \times 11.4 \times (28.2)^2$$

rré de 28.2 . . . . . 795. 24
ıltiplié par 11.4, produit. . . 9065.736
tout, multiplié par 0.0873 . 791. 44
$91^{\text{litres}}\frac{1}{2}$ à peu près.

Problème.

er un tonneau en vidange.
ılace le tonneau bien horizontalement, et l'on
ıit par le bondon, et dans une direction per-
ulaire à l'axe, une sonde ; la partie mouillée
era la hauteur du liquide, et la partie non
ée fera connaître la hauteur du vide. Si le
ːxcède la moitié du tonneau, *la capacité du*
ː *égale au produit de la surface d'un cercle qui*
vour diamètre une fois et demie la perpendicu-
ːenée *du centre du bondon au plein, multiplié*
longueur intérieure du tonneau. Dans le cas où
ı qui sépare le vide du plein serait à peu près
uteur des diamètres verticaux des fonds, on
ːt *considérer* ce vide comme une portion d'el-

lipsoïde [illegible] *le volume serait égal au produit de la longueur [illegible]eure, par la surface d'un cercle qui aurait pour diamètre la distance du centre du bondon au plein, plus les deux tiers de cette hauteur, ou plus les trois quarts de cette hauteur, si le plan avait atteint cette extrémité.*

Problème.

On demande la quantité de litres nécessaire pour remplir un tonneau qui, couché horizontalement, présente les dimensio[illegible]es : diamètre du bouge, 88 centimètr[illegible] du fond, 76; longueur intérieure [illegible] plein, 60; celle du vide, par ce[illegible] ajoutez la moitié de la haute[illegible] ous aurez 42 centimètres. ([illegible]nnaire, à la fin du volum[illegible] irconférence d'un cercle qui [illegible]e diamètre, vous trouverez 132[illegible]r 10.5, quart du diamètre, vous [illegible]1386 centimètres carrés, qui, multip[illegible] longueur du tonneau, ou 116, donneront pour résultat 160 litres.

Les dimensions des tonneaux ont été fixées par le gouvernement, telles qu'elles sont indiquées dans la table suivante, au moyen de laquelle on pourra s'exercer.

TABLE.

IS CES.	CONTENANS en litres.	LONGUEUR intérieure.	DIAMÈTRE intérieur du bouge.	DIAMÈTRE intérieur du fond.
		millim.	millim.	millim.
tolitre.	50	454	389	345
. . . .	100	572	490	435
ectolit.	200	720	618	548
	300	825	707	628
	400	908	778	691
olitre. .	500	978	838	745
	600	1039	891	791
	700	1093	938	833
	800	1144	980	871
	900	1190	1019	906
. . . .	1000	1232	1056	938

ROUVER LA CAPACITÉ D'UN BROC.

urerait le diamètre du fond et celui de e ; la demi-somme des deux diamètres liamètre moyen des deux bouts. On mencore le diamètre du ventre, et l'on sous- tiers de la circonférence qu'il y aurait liamètre et celui moyen des deux bouts; tiers restant, ajoutés à ce dernier, seraient re moyen du broc.

nètre une fois connu, on chercherait la ence pour avoir la surface, et par suite la

Application.

Soit proposé un broc dont la hauteur intérieure est de 325 millimètres, sur 220 de diamètre au fond, et 120 à l'ouverture.

On prend la moitié de 220 plus 120=340, et l'on a, pour le diamètre réduit des deux bouts, 170 millimètres. Si celui du ventre est 280, la différence entre celui-ci et celui réduit des deux bouts, est 280 — 170 = 110; de cette différence on retranchera le tiers, ou 36.66 : il reste pour diamètre moyen 243.33, d'après lequel diamètre moyen on conclut que la circonférence de 764.75 produit en surface 46521.65 millimètres carrés, qui, multipliés par la hauteur, ou 325, donnent une capacité de 16 décimètres cubes, ou 16 litres.

Problème.

Trouver les dimensions que doivent avoir les caisses destinées à contenir une quantité donnée de bouteilles de liquides.

Soit, par exemple, une caisse destinée à contenir 50 bouteilles; on peut considérer le volume d'une bouteille, avec l'enveloppe nécessaire pour l'empêcher de toucher les autres bouteilles, comme égal à trois décimètres cubes, parce que la circonférence des bouteilles est communément de 30 à 35 centimètres, et leur hauteur, de 30 à 32 avec le bouchon: ainsi, en multipliant 50 par 3, on trouve qu'il faut une caisse de 150 décimètres cubes pour contenir 50 bouteilles. Or, une caisse qui aurait 40 centimètres de hauteur, 40 de largeur et 94 de longueur, formerait, à très-peu plus, la capacité demandée.

Généralement on peut prendre, pour former la caisse, deux dimensions arbitraires, et, pour trouver *la troisième*, diviser la solidité par le produit *des deux premières* dimensions.

Problème.

Mesurer la contenance d'un seau.

Un seau a la forme d'un cône tronqué : or, si l'on donne, par exemple, 2,9 décimètres au diamètre supérieur, et 2,3 au diamètre inférieur, la profondeur étant de 3 décimètres, et V le volume,

$$V = 0{,}2618\, h \left[(D+d)^2 - D\,d \right]$$

se change en

$$V = 0{,}2618 \times 3 \times \left(\frac{2}{5.2} - 2{,}9 \times 2{,}3 \right)$$

$\frac{2}{5.2} = \ldots\ldots\ldots\ldots$

$2.9 \times 2.3 = \ldots\ldots\ldots\ldots$ 27.04

$\frac{2}{5.2} - 2{,}9 \times 2.3 = \ldots\ldots\ldots$ 6.67

multiplié par 3 $= \ldots\ldots\ldots$ 20.37

, multiplié par 0,2618, donnent 15,999, environ

itres.

PROBLÈMES DIVERS.

y a 32 cartes dans un jeu de piquet, et les cartont mêlées à chaque coup ; on demande si dele temps qu'on y joue, tous les arrangemens ens de ces 32 cartes n'ont pas été épuisés.

formule générale (*voyez* le Dictionnaire)

$) = m(m-1)(m-2)\ldots(m-p+1)$

me $(32.\ P\ 32) = 32 \times 31 \times 30 \times 29 \ldots$

de suite jusqu'à 1, nombre de permutations

0,836,933,693,530,167,218,012,160,000,000.

en supposant tous les individus de l'espèce répandus sur la surface de la terre, sans on d'âge ni de sexe, devenus joueurs de ppariés deux à deux, en sorte que chaque ait 400 coups :

Pa … ou par an. 146,000
Pa … 14,600,000
Par … ons de siècles. . . 14,600,000,000,000

En é… ant à deux mille millions la population de la te… entière, on aurait 1,000,000,000 de couple d… urs, ce qui ne donnerait encore que 4,600,000,000,000,000,000,000 de coups par million de siècles.

Si l'on voulait connaître combien de *millions de siècles* il faudrait à tous ces joueurs pour parvenir au but proposé, il … diviser le nombre de permutations par le … de coups ci-dessus, on trouverait que *dix-huit mille milliards de millions de siècles ne suffiraient point.*

P …

Il y a un panier et … illoux rangés en ligne droite à des espaces … ne toise. On propose de les ra… ter dans le panier, un à un, en … her le premier, puis le second, … combien de toises fera celui qui entreprendra cet ouvrage?

Il est clair que, pour le premier caillou, il faudra faire deux toises, une pour aller, une pour revenir; il faudra en faire quatre pour le second, six pour le troisième, etc. Il est d'ailleurs facile d'apercevoir que ces nombres forment une progression par différence, dont le nombre des termes $n = 100$, le premier terme $a = 2$, et le dernier $u = 200$ la différence $d = 2$; la somme des termes S s'obtient par l'une des formules de notre tableau. Choisissons la plus simple :

$$S = \frac{(a + u)\, n}{2}$$

ce qui donne

$$S = \frac{(2 + 200) \times 100}{2} = \frac{20200}{2} = 10100 \text{ toises.}$$

n a vu au Luxembourg une personne parier lle irait de ce palais au château de Meudon her la grille d'entrée, et reviendrait au Luxemrg avant qu'une autre eût ramassé cent pierres ıcées comme ci-dessus, et sous les mêmes conons. La dernière, qui n'avait aucune connaisce mathématique, ne pouvant se persuader ıne pareille entreprise exigeât tant de chemin, ea une assez forte somme, et la perdit; car la mière fut de retour, qu'elle était à peine à la °. pierre.

Problème.

n homme doit 1860 francs à un créancier qui t bien lui permettre de s'acquitter en un an, s les conditions, savoir, de lui payer le premier s 100 fr., et ensuite, chaque mois, une somme lus que le précédent, jusqu'au 12^{me}., qui comtera le paiement. On demande de combien le ement de chaque mois devra être augmenté.

n voit ici qu'il s'agit de trouver la différence d ne progression dont on connaît le nombre des nes ; $n = 12$ le premier, $a = 100$, et la somme termes $S =$ le montant de la dette $= 1860$, or.

$$= \frac{2s - 2an}{n(n-1)} = \frac{2 \times 1860 - 2 \times 12 \times 100}{12 \times 11}$$

$$= \frac{3720 - 240}{132} = \frac{1320}{132} = 10f.$$

ıudra donc augmenter chaque payement de 10 fr.; premier étant 100, le second sera 110, le troine 120, etc.

Problème des échecs.

le problème si connu devait, à cause même de célébrité, trouver place ici; nous le donnerons ıc tel à peu près que M. Ozanam le rapporte dans *Récréations.*

ématicien de l'Inde, nommé Sessa, a ité le jeu des échecs, le présenta au roi s qui en fut si satisfait, qu'il voulut lui en do... marque digne de sa magnificence. Il lui ordo... ne de demander la récompense qu'il désirait, l romettant qu'elle lui serait accordée. Le mathém ien se borna à demander un grain de blé pou première case de son échiquier, deux pour la seconde, quatre pour la troisième, et ainsi de suite, en doublant toujours jusqu'à la dernière ou soixante-quatrième case. Le prince s'indigna presque d'une demande qu'il jugeait répondre mal a sa libéralité, et ordonna à son visir de satisfaire Sessa ; mais quel fut l'étonnement de ce ministre, lorsqu'ayant fait calculer la quantité de blé nécessaire pour remplir l'e ce prince, il vit que non-seulement il n'y s assez de grains dans se s tous ceux de ses sujets rendit compte au roi, q icien, et lui dit qu'il re riche pour remplir sa de l'étonnait encore plus que l'invention du jeu qu'il lui avait présenté. On voit qu'il s'agit ici de trouver la valeur S des termes $n = 64$ d'une progression par quotient, dont la raison est $q = 2$, et le premier terme $a = 1$.

$$\text{or } S = \frac{a\,(q^n - 1)}{q - 1} = 2^{64} - 1$$

Il suffirait donc, pour avoir le nombre de grains de blé, d'élever 2 à la 64^{me}. puissance, et de retrancher 1 du résultat ; c'est ici que l'emploi des logarithmes devient très-avantageux ; le logarithme de 2 est

0,30102,999,56,63981,19521, qui, multiplié par 64, donne 19,26591,97224,94796,49344, qui répond à *18,446,744,073,709,551,616*.

l'elle est, si l'on en retranche une unité, la va- r de 8, ou la somme des grains demandés. Des cu- ıx ont trouvé qu'il fallait environ 261,000 grains blé pour former le poids d'un myriagramme ıviron 20 liv.); l'inventeur aurait donc

7067718035904o myriagrammes;

en évaluant ce poids à 2 fr., cela ferait

141,354,360,718,080 fr.

On a calculé aussi que les grains de blé pour- ent couvrir, à un pied de hauteur, une étendue pays environ trois fois et demie aussi grande que ıurface de la France.

Problème.

Combien de signes différens pourrait-on former ec les 24 lettres de l'alphabet?

La formule du Dictionnaire donnera pour ce nbre

620,448,401,773,239,439,360,000.

ıs les hommes de la terre, réunis, ne parvien- ent point, en *dix millions de siècles*, à écrire es ces permutations, en évaluant le travail par me à 40 pages par jour, contenant chacune 40 utations.

Problème.

ıis, ou un plus grand nombre de personnes, pris chacune une carte, dont le nombre des n'excède pas neuf, trouver les points de celle ıacun a prise.

s à la première d'ajouter 1 au double du ı des points de sa carte, puis de multiplier ne par 5, et au produit d'ajouter les points rte de la seconde; puis de doubler la somme, r encore l'unité, de multiplier le total par 5, ıter *à ce produit* les points de la carte prise *ıisième personne* : en ôtant de ce produit *ıombre des* personnes est 3, ou 555 si ce

4, ou 5555, s'il y en a 5, etc., le reste par les chiffres qui le composeront, les cartes prises par chaque personne, et d... ne ordre.

... e... soient x, y, z, les nombres (moindres que 10) leviner. Il faut ajouter 1 au double du premier, ... a $2x+1$; le multiplier par 5, ce qui donne $10x+5$; y ajouter le second nombre, ce qui fait $10x+y+5$; doubler cette somme et ajouter 1, ce qui fait $20x+2y+11$: multipliant par 5, et ajoutant le troisième nombre z, on a dès lors pour la somme tot... ...us fait connaître

$$S = 100x + \quad + z + 55;$$

d'où $$S - 55 = 1 \quad 10y + z.$$

I... e des centaines, y ce- l... des unités. Si S, par ex...

$$012 = x + 10y + z;$$

d'où $x=5$, $y=0$, et $z=7$.

Nous ne terminerons point ce Manuel sans parler de la quadrature du cercle; nous trouvons sur ce problème, dans l'excellent recueil de la *Bibliothèque universelle de Genève*, le mémoire suivant, qui pourra intéresser quelques-uns de nos lecteurs; nous y avons ajouté quelques développemens en faveur des commençans.

QUADRATURE DU CERCLE

Le fameux problème de la quadrature du cercle a eu, comme d'autres énigmes célèbres, beaucoup plus de réputation qu'il n'en méritait; et quoiqu'il ait perdu de son ancienne renommée, il occupe *encore* quelques cerveaux plus ou moins fêlés; et *on voit* arriver à l'Académie des Sciences de Paris,

presque tous les ans (et ordinairement pendant la canicule), des solutions prétendues, auxquelles on est convenu de ne donner aucune attention.

Les personnes qui n'ont pas étudié la géométrie, et c'est sans doute le plus grand nombre, ne se font pas une idée de l'état de la question; et c'est peut-être au défaut de notions claires et exactes sur cet objet, qu'on pourrait attribuer tant d'essais malheureux ou ridicules dans cette recherche. L'ignorant complet, qui entend parler de la quadrature du cercle, et qui croit qu'il s'agit de faire un cercle carré, rit ou lève les épaules; son confrère, qui se croit plus habile ou plus fin, prétend résoudre le problème, en entourant d'un fil le cercle donné, puis en tendant ce fil sur quatre épingles plantées en carré. Le géomètre leur dit: « Ce n'est pas cela: il s'agit de trouver la surface d'un carré égal, *en toute rigueur*, à un cercle donné; » et, pour les mettre plus avant sur la voie, il leur *démontre* (après leur avoir appris toutefois ce que c'est qu'une *démonstration*) que la surface d'un cercle est égale à celle d'un triangle qui aurait pour base la circonférence du cercle déployée, c'est-à-dire convertie en une ligne droite, et pour hauteur le rayon; que la surface de tout triangle est égale à la moitié du produit de sa base par sa hauteur, et enfin que la *racine carrée* de ce produit est égale au côté même du carré égal en surface au cercle donné.

Le problème se réduit donc à trouver cette ligne droite, égale en toute rigueur à la circonférence du cercle rectifiée: aussi change-t-on souvent son énoncé en celui-ci: trouver la rectification de la circonférence du cercle, ou bien encore trouver le rapport exact de la circonférence au diamètre.

Rien de plus aisé, dira l'homme aux expédiens; donnez-moi le cercle, je l'entoure *bien juste* d'un fil; j'étends ce fil, je le mesure au compas; je lui trouve trois diamètres de cercle et environ un huitième, et voilà votre problème résolu pour tous les *cercles possibles*. « A votre manière, répond le géo-

mètre, c'est-à-dire *à peu près;* mais cela ne nous contente pas : nous voulons, dans l'occasion, être sûrs, par exemple, que nous ne nous trompons pas d'un pouce sur un cercle qui aurait pour rayon les trente-cinq millions de lieues qu'il y a d'ici au soleil. Le diamètre d'un cheveu de plus ou de moins sur la longueur de votre fil, donnerait à l'orbite terrestre qu'on voudrait en conclure, d'après le rapport qu'il nous a indiqué, *quelques milliers* de lieues de plus ou de moins, et il s'agit d'un pouce sur une circonférence de deux cent vingt millions de lieues au moins : vous êtes donc loin de compte. »

« Hé bien, comment vous y prendrez-vous pour être *sûr*, ce qui s'appelle *sûr*, que vous êtes arrivé à cette exactitude si ambitieuse, si extrême ? » Vous allez le comprendre : le géomètre considère la circonférence du cercle comme renfermée entre deux polygones d'un même nombre de côtés ; l'un circonscrit, c'est-à-dire tracé au dehors, et dont tous les côtés sont des *tangentes* au cercle ; l'autre inscrit en dedans, et dont tous les côtés sont des *cordes* de ce même cercle, dont la circonférence est évidemment plus petite que la somme des côtés du polygone circonscrit, et plus grande que la somme de ceux du polygone inscrit. **A mesure que nous multiplierons les côtés de ces deux polygones, nous renfermerons le cercle entre des limites de plus en plus approchées, toujours certains qu'il est en dedans de l'un et en dehors de l'autre ; ces deux limites sont faciles à assigner exactement en nombre,** parce qu'elles ne sont que les sommes respectives des côtés rectilignes des polygones extérieurs et intérieurs. Ce calcul n'a point de limites, c'est-à-dire qu'on se rapproche à volonté, et à la mesure du besoin qu'on en a, du rapport exact qui est entre deux. On peut par amusement (si c'en est un), chercher à s'en approcher par les calculs suivans :

A étant la surface d'un polygone inscrit ;

B celle du polygone circonscrit semblable ;

A' la surface du polygone inscrit, d'un nombre le côtés double ;

B' celle du polygone circonscrit, d'un nombre le côtés double ; on a les relations suivantes :

$$A' = \sqrt{A + B}$$

$$\text{et } B' = \frac{2A \times B}{A + A'}$$

Soit le rayon du cercle = 1, le côté du carré nscrit sera $\sqrt{2}$, celui du carré circonscrit sera 2, our la surface du carré inscrit = 2, et celle du arré circonscrit = 4; maintenant si l'on fait A = 2 t B = 4, on trouvera

L'octogone inscrit

$$= A' = \sqrt{8} = 2.8284271$$

t l'octogone circonscrit

$$= B' = \frac{16}{2 + \sqrt{8}} = 3.3137085$$

Connaissant ainsi les octogones inscrit et circonscrit, on trouvera par leur moyen les polynes d'un nombre de côtés double; il faudra de uveau supposer A = 2.8284271 B = 3.3137085, et aura

$$A' = \sqrt{A \times B} = 3.0614674 \text{ et}$$

$$B' = \frac{2A + B}{A + A'} = 3.1825979$$

ite ces polygones de 16 côtés serviront à con- e ceux de 32, et ainsi de suite. Voici le calcul ès M. Legendre :

Application.

Soit proposé un broc dont la hauteur intér
est de 325 millimètres, sur 220 de diamèt
fond, et 120 à l'ouverture.

On prend la moitié de 220 plus 120=34
l'on a, pour le diamètre réduit des deux bout
millimètres. Si celui du ventre est 280, la diffé
entre celui-ci et celui réduit des deux bouts
280 — 170 = 110; de cette différence on r
chera le tiers, ou 36.66 : il reste pour dia
moyen 243.33, d'après lequel diamètre moy
conclut que la circonférence de 764.75 prod
surface 46521.65 millimètres carrés, qui, m
pliés par la hauteur, ou 325, donnent une ca
de 16 décimètres cubes, ou 16 litres.

Problème.

Trouver les dimensions que doivent avo
caisses destinées à contenir une quantité don
bouteilles de liquides.

Soit, par exemple, une caisse destinée à co
50 bouteilles; on peut considérer le volume
bouteille, avec l'enveloppe nécessaire pour l'
cher de toucher les autres bouteilles, comm
à trois décimètres cubes, parce que la circonf
des bouteilles est communément de 30 à 35
mètres, et leur hauteur, de 30 à 32 avec le bou
ainsi, en multipliant 50 par 3, on trouve qu'
une caisse de 150 décimètres cubes pour co
50 bouteilles. Or, une caisse qui aurait 40
mètres de hauteur, 40 de largeur et 94 d
gueur, formerait, à très-peu plus, la capac
mandée.

Généralement on peut prendre, pour for
caisse, deux dimensions arbitraires, et, pou
ver la troisième, diviser la solidité par le p
des deux premières dimensions.

Problème.

Mesurer la contenance d'un seau.

Un seau a la forme d'un cône tronqué : or, si l'on donne, par exemple, 2,9 décimètres au diamètre supérieur, et 2,3 au diamètre inférieur, la profondeur étant de 3 décimètres, et V' le volume,

$$V = 0{,}2618\, h \left[(D + d)^2 - D\, d \right]$$

se change en

$$V = 0{,}2618 \times 3 \times \left(\overline{5.2}^{\,2} - 2{,}9 \times 2{,}3 \right)$$

$\overline{5.2}^{\,2} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$	27.04
$2.9 \times 2.3 = \ldots\ldots\ldots\ldots$	6.67
$\overline{5.2}^{\,2} - 2{,}9 \times 2.3 = \ldots\ldots\ldots$	20.37
multiplié par 3 $= \ldots\ldots\ldots$	6.11

qui, multiplié par 0,2618, donnent 15,999, environ 16 litres.

PROBLÈMES DIVERS.

Il y a 32 cartes dans un jeu de piquet, et les cartes sont mêlées à chaque coup ; on demande si depuis le temps qu'on y joue, tous les arrangemens différens de ces 32 cartes n'ont pas été épuisés.

La formule générale (*voyez* le Dictionnaire)

$(m\,\mathrm{P}\,p) = m\,(m-1)\,(m-2)\ldots\times(m-p+1)$

donne $(32.\,\mathrm{P}\,32) = 32 \times 31 \times 30 \times 29\ldots$

et ainsi de suite jusqu'à 1, nombre de permutations égal à

263,130,836,933,693,530,167,218,012,160,000,000.

Or, en supposant tous les individus de l'espèce humaine répandus sur la surface de la terre, sans distinction d'âge ni de sexe, devenus joueurs de piquet et appariés deux à deux, en sorte que chaque couple jouât 400 coups :

Application.

Soit proposé un broc dont la hauteur int
est de 325 millimètres, sur 220 de diam
fond, et 120 à l'ouverture.

On prend la moitié de 220 plus 120=
l'on a, pour le diamètre réduit des deux bo
millimètres. Si celui du ventre est 280, la di
entre celui-ci et celui réduit des deux bou
280 — 170 = 110; de cette différence on
chera le tiers, ou 36.66 : il reste pour d
moyen 243.33, d'après lequel diamètre m
conclut que la circonférence de 764.75 pro
surface 46521.65 millimètres carrés, qui,
pliés par la hauteur, ou 325, donnent une
de 16 décimètres cubes, ou 16 litres.

Problème.

Trouver les dimensions que doivent a
caisses destinées à contenir une quantité do
bouteilles de liquides.

Soit, par exemple, une caisse destinée à
50 bouteilles; on peut considérer le volun
bouteille, avec l'enveloppe nécessaire pour
cher de toucher les autres bouteilles, com
à trois décimètres cubes, parce que la circo
des bouteilles est communément de 30 à
mètres, et leur hauteur, de 30 à 32 avec le b
ainsi, en multipliant 50 par 3, on trouve q
une caisse de 150 décimètres cubes pour
50 bouteilles. Or, une caisse qui aurait
mètres de hauteur, 40 de largeur et 94
gueur, formerait, à très-peu plus, la cap
mandée.

Généralement on peut prendre, pour f
caisse, deux dimensions arbitraires, et, pc
ver la troisième, diviser la solidité par le
des deux premières dimensions.

Problème.

esurer la contenance d'un seau.
n seau a la forme d'un cône tronqué : or, si
donne, par exemple, 2,9 décimètres au diamè-
supérieur, et 2,3 au diamètre inférieur, la pro-
leur étant de 3 décimètres, et V' le volume,

$$V = 0{,}2618\, h \left[(D + d)^2 - D\, d \right]$$

hange en

$$V = 0{,}2618 \times 3 \times \left(\frac{2}{5.2} - 2{,}9 \times 2{,}3 \right)$$

2 = ...	27.04
9 × 2.3 = ...	6.67
.2 — 2,9 × 2.3 = ...	20.37
ultiplié par 3 = ...	6.11

, multiplié par 0,2618, donnent 15,999, environ
itres.

PROBLÈMES DIVERS.

l y a 32 cartes dans un jeu de piquet, et les car-
sont mêlées à chaque coup ; on demande si de-
s le temps qu'on y joue, tous les arrangemens
érens de ces 32 cartes n'ont pas été épuisés.
a formule générale (*voyez* le Dictionnaire)

$$P p) = m\,(m-1)\,(m-2)\ldots\times(m-p+1)$$

donne (32. P 32) = 32 × 31 × 30 × 29....

insi de suite jusqu'à 1, nombre de permutations
l à

3,130,836,933,693,530,167,218,012,160,000,000.

)r, en supposant tous les individus de l'espèce
naine répandus sur la surface de la terre, sans
inction d'âge ni de sexe, devenus joueurs de pi-
t et appariés deux à deux, en sorte que chaque
ple jouât 400 coups :

Par jour ou par an. 146,000
Par siècle. 14,600,000
Par millior [illegible]e siècles. . . 14,600,000,000,000

En évalua[illegible] deux mille millions la population de la te[illegible]re, on aurait 1,000,000,000 de couple de j[illegible]ce qui ne donnerait encore que 0,000,000,000,000,000,000 de coups par millio[illegible] siècles.

Si l'on voulait connaître combien de *millions de siècles* il faudrait à tou[illegible]es joueurs pour parvenir au but proposé, il f[illegible]iser le nombre de permutations par le n[illegible] coups ci-dessus, on trouverait que *dix-hui[illegible]liards de millions de siècles ne suffiraient poin[illegible].*

Pro[illegible].

Il y a un panier et ce[illegible]llons rangés en ligne droite à des es[illegible]ane toise. On propose de les ramasse[illegible]rter dans le panier, un à un, en allan[illegible]cher le premier, puis le second, et ainsi de suite. Combien de toises fera celui qui entreprendra cet ouvrage?

Il est clair que, pour le premier caillou, il faudra faire deux toises, une pour aller, une pour revenir; il faudra en faire quatre pour le second, six pour le troisième, etc. Il est d'ailleurs facile d'apercevoir que ces nombres forment une progression par différence, dont le nombre des termes $n = 100$, le premier terme $a = 2$, et le dernier $u = 200$ la différence $d = 2$; la somme des termes S s'obtient par l'une des formules de notre tableau. Choisissons la plus simple :

$$S = \frac{(a + u)\, n}{2}$$

ce qui donne

$$S = \frac{(2 + 200) \times 100}{2} = \frac{20200}{2} = 10100$$

n a vu au Luxembourg une personne parier
lle irait de ce palais au château de Meudon
her la grille d'entrée, et reviendrait au Luxem-
rg avant qu'une autre eût ramassé cent pierres
acées comme ci-dessus, et sous les mêmes con-
ons. La dernière, qui n'avait aucune connais-
ce mathématique, ne pouvant se persuader
ne pareille entreprise exigeât tant de chemin,
ea une assez forte somme, et la perdit; car la
mière fut de retour, qu'elle était à peine à la
^e. pierre.

Problème.

Jn homme doit 1860 francs à un créancier qui
it bien lui permettre de s'acquitter en un an,
s les conditions, savoir, de lui payer le premier
is 100 fr., et ensuite, chaque mois, une somme
plus que le précédent, jusqu'au 12^me., qui com-
tera le paiement. On demande de combien le
rement de chaque mois devra être augmenté.
)n voit ici qu'il s'agit de trouver la différence d
ne progression dont on connaît le nombre des
mes ; $n = 12$ le premier, $a = 100$, et la somme
termes $S =$ le montant de la dette $= 1860$, or.

$$= \frac{2s - 2an}{n(n-1)} = \frac{2 \times 1860 - 2 \times 12 \times 100}{12 \times 11}$$

$$= \frac{3720 - 240}{132} = \frac{1320}{132} = 10f.$$

audra donc augmenter chaque payement de 10 fr.;
premier étant 100, le second sera 110, le troi-
me 120, etc.

Problème des échecs.

Le problème si connu devait, à cause même de
célébrité, trouver place ici; nous le donnerons
nc tel à peu près que M. Ozanam le rapporte dans
Récréations.

Un mathématicien de l'Inde, nommé Se
ayant inventé le jeu des échecs, le présenta a
son maître, qui en fut si satisfait, qu'il voulut l
donner une marque digne de sa magnificence. I
ordonna donc de demander la récompense qu'i
sirait, lui promettant qu'elle lui serait accordé
mathématicien se borna à demander un grai
blé pour la première case de son échiquier,
pour la seconde, quatre pour la troisième, et
de suite, en doublant toujours jusqu'à la der
ou soixante-quatrième case. Le prince s'ind
presque d'une demande qu'il jugeait répondre
a sa libéralité, et ordonna à son visir de satis
Sessa ; mais quel fut l'étonnement de ce mini
lorsqu'ayant fait calculer la quantité de blé n
saire pour remplir l'ordre de ce prince, il vit
non-seulement il n'y avait pas assez de grains
ses greniers, mais même dans tous ceux de se
jets et dans toute l'Asie. Il en rendit compte au
qui fit appeler le mathématicien, et lui dit
reconnaissait n'être pas assez riche pour remp
demande, dont la subtilité l'étonnait encore
que l'invention du jeu qu'il lui avait présenté
voit qu'il s'agit ici de trouver la valeur S de
mes $n = 64$ d'une progression par quotient,
la raison est $q = 2$, et le premier terme $a =$

$$\text{or } S = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1} = 2^{64} - 1$$

Il suffirait donc, pour avoir le nombre de grai
blé, d'élever 2 à la 64me. puissance, et de r
cher 1 du résultat ; c'est ici que l'emploi des
rithmes devient très-avantageux ; le logarith
2 est

0,30102,999,56,63981,19521, qui, multiplié p
donne 19,26591,97224,94796,49344, qui rép
18,446,744,073,709,551,616.

elle est, si l'on en retranche une unité, la va- r de S, ou la somme des grains demandés. Des cu- ix ont trouvé qu'il fallait environ 261,000 grains blé pour former le poids d'un myriagramme viron 20 liv.) ; l'inventeur aurait donc

70677180359040 myriagrammes ;

en évaluant ce poids à 2 fr., cela ferait

141,354,360,718,080 fr.

On a calculé aussi que les grains de blé pour- ent couvrir, à un pied de hauteur, une étendue pays environ trois fois et demie aussi grande que urface de la France.

Problème.

Combien de signes différens pourrait-on former c les 24 lettres de l'alphabet ?

La formule du Dictionnaire donnera pour ce nbre

620,448,401,773,239,439,360,000.

us les hommes de la terre, réunis, ne parvien- ient point, en *dix millions de siècles*, à écrire ites ces permutations, en évaluant le travail par mme à 40 pages par jour, contenant chacune 40 rmutations.

Problème.

Trois, ou un plus grand nombre de personnes, nt pris chacune une carte, dont le nombre des ints n'excède pas neuf, trouver les points de celle e chacun a prise.

Dites à la première d'ajouter 1 au double du mbre des points de sa carte, puis de multiplier somme par 5, et au produit d'ajouter les points la carte de la seconde ; puis de doubler la somme, jouter encore l'unité, de multiplier le total par 5, d'ajouter à ce produit les points de la carte prise r la troisième personne : en ôtant de ce produit , si le nombre des personnes est 3, ou 555 si ce

nombre est 4, ou 5555, s'il y en a 5, etc., le r
indiquera, par les chiffres qui le composeront,
points des cartes prises par chaque personne
dans le même ordre.

En effet, soient x, y, z, les nombres (moin
que 10) à deviner. Il faut ajouter 1 au double
premier, on a $2x+1$; le multiplier par 5, ce
donne $10x+5$; y ajouter le second nombre
qui fait $10x+y+5$; doubler cette somme et a
ter 1, ce qui fait $20x+2y+11$: multipliant
5, et ajoutant le troisième nombre z, on a dès l
pour la somme totale qu'on vous fait connaître

$$S = 100x + 10y + z + 55;$$

d'où $$S - 55 = 100x + 10y + z.$$

Il est clair que x sera le chiffre des centaines, y
lui des dixaines, et z celui des unités. Si S,
exemple, est 612, on a

$$612 - 55 = 567 = 100x + 10y + z;$$

d'où $$x = 5, y = 6, \text{ et } z = 7.$$

**Nous ne terminerons point ce Manuel sans pa
de la quadrature du cercle; nous trouvons su
problème, dans l'excellent recueil de la *Bibliothè
universelle de Genève*, le mémoire suivant,
pourra intéresser quelques-uns de nos lecteurs; n
y avons ajouté quelques développemens en fav
des commençans.**

QUADRATURE DU CERCLE

**Le fameux problème de la quadrature du ce
a eu, comme d'autres énigmes célèbres, beauc
plus de réputation qu'il n'en méritait; et quoiq
ait perdu de son ancienne renommée, il occ
encore quelques cerveaux plus ou moins fêlés
on voit arriver à l'Académie des Sciences de Pa**

esque tous les ans (et ordinairement pendant la
nicule), des solutions prétendues, auxquelles on
t convenu de ne donner aucune attention.
Les personnes qui n'ont pas étudié la géométrie,
c'est sans doute le plus grand nombre, ne se font
is une idée de l'état de la question; et c'est peut-
:re au défaut de notions claires et exactes sur cet
)jet, qu'on pourrait attribuer tant d'essais mal-
eureux ou ridicules dans cette recherche. L'igno-
nt complet, qui entend parler de la quadrature
a cercle, et qui croit qu'il s'agit de faire un cercle
rré, rit ou lève les épaules; son confrère, qui se
oit plus habile ou plus fin, prétend résoudre le
roblème, en entourant d'un fil le cercle donné,
uis en tendant ce fil sur quatre épingles plantées
a carré. Le géomètre leur dit: « Ce n'est pas cela:
s'agit de trouver la surface d'un carré égal, *en
ute rigueur*, à un cercle donné; » et, pour les met-
:e plus avant sur la voie, il leur *démontre* (après
ur avoir appris toutefois ce que c'est qu'une *dé-
oustration*) que la surface d'un cercle est égale à
lle d'un triangle qui aurait pour base la circonfé-
nce du cercle déployée, c'est-à-dire convertie en
e ligne droite, et pour hauteur le rayon; que la
face de tout triangle est égale à la moitié du
duit de sa base par sa hauteur, et enfin que la
ne carrée de ce produit est égale au côté même
carré égal en surface au cercle donné.
e problème se réduit donc à trouver cette ligne
te, égale en toute rigueur à la circonférence du
e rectifiée: aussi change-t-on souvent son
cé en celui-ci: trouver la rectification de la
nférence du cercle, ou bien encore trouver le
rt exact de la circonférence au diamètre.
n de plus aisé, dira l'homme aux expédiens;
z-moi le cercle, je l'entoure *bien juste* d'un
tends ce fil, je le mesure au compas; je lui
trois diamètres de cercle et environ un hui-
et voilà votre problème résolu pour tous les
possibles. « A votre manière, répond le géo-

-à-dire *à peu près*; mais cela ne nous
: nous voulons, dans l'occasion, être
mple, que nous ne nous trompons pas
ur un cercle qui aurait pour rayon les
millions de lieues qu'il y a d'ici au soleil.
d'un cheveu de plus ou de moins sur la
votre fil, donnerait à l'orbite terrestre
ait en conclure, d'après le rapport qu'il
qué, *quelques milliers* de lieues de plus
, et il s'agit d'un pouce sur une circon-
deux cent vingt millions de lieues au
es compte. »
y prendrez-vous pour
que vous êtes arrivé
use, si extrême ? »
géomètre considère
la circonférence comme renfermée entre deux polygones d'un même nombre de côtés; l'un circonscrit, c'est-à-dire tracé au dehors, et dont tous les côtés sont des *tangentes* au cercle; l'autre inscrit en dedans, et dont tous les côtés sont des *cordes* de ce même cercle, dont la circonférence est évidemment plus petite que la somme des côtés du polygone circonscrit, et plus grande que la somme de ceux du polygone inscrit. **A mesure que nous multiplierons les côtés de ces deux polygones, nous renfermerons le cercle entre des limites de plus en plus approchées, toujours certains qu'il est en dedans de l'un et en dehors de l'autre;** ces deux limites sont faciles à assigner exactement en nombre, parce qu'elles ne sont que les sommes respectives des côtés rectilignes des polygones extérieurs et intérieurs. Ce calcul n'a point de limites, c'est-à-dire qu'on se rapproche à volonté, et à la mesure du besoin qu'on en a, du rapport exact qui est entre deux. On peut par amusement (si c'en est un), chercher à s'en approcher par les calculs suivans :

A étant la surface d'un polygone inscrit;

B celle du polygone circonscrit semblable;

A' la surface du polygone inscrit, d'un nombre de côtés double ;

B' celle du polygone circonscrit, d'un nombre de côtés double ; on a les relations suivantes :

$$A' = \sqrt{A + B}$$

$$\text{et } B' = \frac{2A \times B}{A + A'}$$

Soit le rayon du cercle $= 1$, le côté du carré inscrit sera $\sqrt{2}$, celui du carré circonscrit sera 2, pour la surface du carré inscrit $= 2$, et celle du carré circonscrit $= 4$; maintenant si l'on fait $A = 2$ et $B = 4$, on trouvera

L'octogone inscrit

$$= A' = \sqrt{8} = 2.8284271$$

t l'octogone circonscrit

$$= B' = \frac{16}{2 + \sqrt{8}} = 3.3137085$$

Connaissant ainsi les octogones inscrit et circonscrit, on trouvera par leur moyen les polygones d'un nombre de côtés double; il faudra de uveau supposer $A = 2.8284271$ $B = 3.3137085$, et aura

$$A' = \sqrt{A \times B} = 3.0614674 \text{ et}$$

$$B' = \frac{2A + B}{A + A'} = 3.1825979$$

ite ces polygones de 16 côtés serviront à con- e ceux de 32, et ainsi de suite. Voici le calcul ès M. Legendre :

ıbre d côtés.	Polygone inscrit.	Polygone circonscrit.
4.	2.000000	4.0000000
8.	2.8284271.	3.3137085
16.	3.0614674.	3.1825979
32.	3.1214451.	3.1517249
64.	3.1365485.	3.1441184
128.	3.1403311.	3.1422236
256.	3.1412772.	3.1417504
512.	3.1415138.	3.1416321
1024.	[illegible]	3.1416025
2048.	[illegible]	3.1415951
4096.	[illegible]	3.1415933
8192.	3 [illegible]	3.1415928
16384.	3 [illegible]	3.1415927
32768.	3 [illegible]	3.1415926

De là on c[illegible]rface du cercle = 3.1415926.

Le travail le plus con[illegible]le qui ait été fait sur les recherches du rap[illegible] la circonférence au diamètre, est celui de [illegible]. Lagny, qu'on trouve dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, de 1719. Ce géomètre, supposant le diamètre d'un cercle représenté par l'unité, suivie d'une virgule et de cent vingt-sept zéros, a calculé que la circonférence était exprimée par 3.141.... (*Voy.* le Vocabulaire, au mo *facteur*). On est sûr que l'erreur qu'on commettrait en employant son rapport pour calculer la circonférence d'un cercle, d'après son diamètre, ne s'élèverait pas à une unité entière du cent vingt-septième ordre décimal ; ordres pour lesquels la langue est bien loin de fournir des noms. — Quoi, reprend novice, quand je voudrai chercher une circonférence de cercle, d'après un diamètre donné, j'aurai à f une règle de trois, dont cet effroyable nombre l'un des termes! — Non, tranquillisez-vous ; *série qui* vous fait peur, n'est qu'une espèce de *grasin d'exactitude*, dans lequel vous trouvere

urs à vous assortir au degré qui vous convient. insi, ne voulez-vous pousser la précision que jus- a'au dixième, vous ne prenez que la première des écimales dans votre règle de trois; vous dites, 1.0 it à 3.1 comme le diamètre donné est à la circon- rence cherchée : voulez-vous des centièmes, vous ites 1.00 est à 3.14, etc.; des millièmes, 1.000 est 3.141...., et ainsi de suite; on peut donc consi- érer le problème comme résolu pour tous les be- oins de la science. Mais la pratique ordinaire vou- rait de plus petits nombres : Archimède est venu son secours. Le célèbre défenseur de Syracuse ouva un rapport exactement commode, celui de 7 22, exact jusqu'au centième ; un autre rapport, elui d'Adrien Metius, qui est représenté par d'assez etits nombres, a l'avantage d'être exact jusqu'au ix millionième ; c'est celui de 113 à 355, nombre cile à retenir : ce sont les trois premiers nombres mpairs, écrits chacun deux fois de suite, puis sé- arés en deux portions égales.

On a fait plusieurs tentatives pour trouver, par s opérations graphiques plus ou moins simples, st-à-dire avec la règle et le compas, le rapport proché du diamètre à la circonférence, pour les où l'on n'a pas besoin d'une grande précision : ci une construction assez simple, et qui donne résultat exact jusqu'au dix-millième, et qui ne mence par conséquent à différer que dans les -millièmes.

oit (*fig.* 38) AOB le diamètre du cercle dont herche le rapport avec la circonférence, on era que AD (que nous allons déterminer) est à la demi-circonférence ; ou 2 AD égale à la férence entière, exacte jusqu'à la cinquième ale près, c'est-à-dire à $\frac{6}{100000}$, en opérant comme

menée au point D, la tangente indéfinie

mené le rayon OR, perpendiculaire au dia- *OB;*

le rayon, comme corde de R en S, on
S = 60°, et SB = 30° ;
O, par le point S, soit menée la sé-
, on aura TB = tang. 30° ;
P[illegible]u point T, portez trois fois le rayon le
long de [illegible]angente de T en D, point qui est ainsi
dét[illegible]
E[illegible]menez DA : c'est la ligne sensiblement
éga[illegible] la circonférence ; car soit le rayon OB =
1,00000, on aura AD = 3.14153, qui ne diffère que
de 0.00006 de 3.14159, qui présente les cinq pre-
miers chiffres décimaux [illegible]pport de M. de Lagny.
On calcule aisément [illegible] cette ligne est l'hypo-
thénuse du triangle rectangle ABD, dans lequel AB
= 2.00000 ; BD = 3,00000 — tang. 30° = 242265 ;
or

$$\sqrt{\overline{AB}^2 + \overline{BD}^2} = AD = 3.14153.$$

L'erreur de ce résultat serait absolument insensible dans toutes les opérations graphiques possibles; car elle ne s'élèverait qu'à une ligne pour un cercle qui aurait 231 pieds de diamètre. Au surplus, on trouvera dans le Dictionnaire, au mot *cercle*, une table qui donne le côté du carré égal au cercle, pour des diamètres de 1 à 100.

Problèmes à résoudre au moyen du Dictionnaire.

1°. L'aire d'un rectangle est de $80^{m}.q.$, et l'excès de sa base sur sa hauteur est 11^{m}. Trouver les valeurs numériques de ces deux lignes. *Réponse*, 16^{m}. et 5^{m}.

2°. L'aire d'un trapèze $= 1315^{m}.q.$, et ses deux bases parallèles sont 13^{m}. et $21^{m}.$; quelle est sa hauteur? *Rép.* $77^{m}.353$.

3°. L'aire d'un triangle équilatéral est de $389^{m}.q.$ 71 ; trouver son côté. *Rép.* 30^{m}.

4°. L'aire d'un hexagone régulier est de 166^{m}.q. 272 ; quel est son côté ? *Rép.* 8^{m}.

5°. La somme des trois côtés d'un triangle rectangle est 156^{m}., et sa surface égale 1014^{m}.q. ; déterminer chacun de ses côtés. *Rép.* 39^{m}., 52^{m}., 65^{m}.

6°. Les deux segmens du diamètre d'un cercle sont dans le rapport de 3 à 5, et les deux parties de la corde qui forme ces segmens sont 10 et 18; trouver ce diamètre. *Rép.* 27^{m}.71.

7°. L'aire d'un cercle est de 132^{m}.q.7326; quel est son rayon ? *Rép.* 6^{m}.5.

8°. Trouver l'aire d'un cercle, sachant que les deux cordes, menées d'un point de la circonférence aux extrémités du diamètre, sont 17^{m}. et 23^{m}. *Rép.* 643^{m}.q.456.

9°. Déterminer l'aire d'un secteur circulaire, dont l'arc est 48gr. 20', et dont le rayon égale 20^{m}. *Réponse* 151^{m}.q. 425.

10°. Les trois côtés d'un triangle sont 30^{m}., 24^{m}. et 20^{m}.; le diviser en deux parties équivalentes par une ligne parallèle au plus grand côté. *Rép.* la ligne de division = 21^{m}.21.

11°. Les trois côtés d'un triangle sont comme 3 : 7 : 8, et son aire est 340^{m}.q. ; quels sont ces trois côtés ? *Réponse*....17^{m}.16, 40^{m}.04, 45^{m}.76.

12°. Trouver le rapport de l'aire du dodécagone régulier inscrit, à celle du carré circonscrit. *Réponse*.... Le dodécagone inscrit est les trois quarts du carré circonscrit.

DEGRÉS DE RÉAUMUR EN DEGRÉS CENTIGRADES.

Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.
1	1.25	21	26 25	41	51.25	61	76.25
2	2.50	22	27.50	42	52.50	62	77.50
3	3.75	23	28.75	43	53.75	63	78.75
4	5.»	24	30.»	44	55.»	64	80.»
5	6.25	25	31.25	45	56.25	65	81.25
6	7.50	26	32.50	46	57.50	66	82.50
7	8.75	27	33.75	47	58.75	67	83.75
8	10.»	28	35.»	48	60.»	68	85.»
9	11.25	29	36.25	49	61.25	69	86.25
10	12.50	30	37.50	50	62.50	70	87.50
11	13.75	31	38.75	51	63.75	71	88.75
12	15 »	32	40.»	52	65.»	72	90.»
13	16.25	33	41.25	53	66.25	73	91.25
14	17.50	34	42.50	54	67.50	74	92.50
15	18.75	35	43.75	55	68.75	75	93.75
16	20.»	36	45.»	56	70.»	76	95.»
17	21.25	37	46.25	57	71.25	77	96.25
18	22.50	38	47.50	58	72.50	78	97.50
19	23.75	39	48.75	59	73.75	79	98.75
20	25.»	40	50.»	60	75.»	80	100.»

DEGRÉS CENTIGRADES EN DEGRÉS RÉAUMUR.

centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.
1	0.8	26	20.8	51	40.8	76	60 8
2	1.6	27	21 6	52	41.6	77	61.6
3	2.4	28	22.4	53	42.4	78	62.4
4	3.2	29	23.2	54	43.2	79	63.2
5	4.»	30	24.»	55	44.»	80	64.»
6	4.8	31	24.8	56	44.8	81	64.8
7	5.6	32	25.6	57	45 6	82	65.6
8	6 4	33	26.4	58	46.4	83	66.4
9	7.2	34	27.2	59	47.2	84	67.2
10	8 »	35	28.»	60	48.»	85	68.»
11	8.8	36	28.8	61	48.8	86	68.8
12	9.9	37	29.6	62	49 6	87	69.6

GÉOMÉTRIE PRATIQUE,

ET PROBLÈMES DIVERS.

MESURAGE DES BOIS.

Lorsqu'on met les bois en œuvre, on les équarrit d'abord ; c'est-à-dire qu'on leur donne la forme d'un parallélipipède rectangle, et alors on entend par *équarrissage* le carré inscrit dans le cercle formé par la circonférence de l'arbre *en grume ;* lorsque cet arbre diminue de grosseur, comme il arrive souvent, en allant du pied vers les branches; l'équarrissage s'évalue sur la circonférence *moyenne*, c'est-à-dire sur la section faite au milieu de la longueur.

Si d est le diamètre moyen, h la hauteur de l'arbre, v le volume de l'arbre équarri,

$$\frac{d^2}{2} = \text{équarrissage}$$

$$\text{et } v = \frac{d^2}{2} \times h$$

Si le bois était déjà équarri, et même si l'une des dimensions de l'équarrissage était beaucoup moins large que l'autre, on aurait

$$v = l\,b\,h$$

l étant la longueur de la pièce, h l'épaisseur dans le sens vertical, et b la largeur dans le sens horizontal.

Si l'on voulait connaître le poids p de cette pièce,

BLE DES TEMPÉR. MOYENNES.

pératures moyennes de quelques-unes des princi-villes en degrés du thermomètre centésimal.

VILLES.	Quantité moyenne d'eau qui tombe annuellement.	Température moyenne de l'année.	TEMPÉRATURE MOYENNE de l'hiver.	de l'été.
Abo. . . .	centim.			
Amst m. .				
Alger . .				
Berne.		9.6	0.0	+ 19.2
Bruxelles . . .		1	+ 2.6	+ 19.0
Bordeaux . . .		3.6	+ 5.6	+ 21.6
Christiania . .		6	— 1.8	+ 17.0
Copenhague. .		7.6	— 0.7	+ 17.0
Caire		2.4	+ 14.7	+ 29.5
Dublin		9.5	+ 4	+ 15.3
Dunkerque. .		0.3	+ 3.6	+ 17.8
Edimbourg . .		8.8	+ 3.7	+ 14.6
Genève		+ 9.6	+ 1.5	+ 18.3
Gottingue. . .	53	+ 8.3	— 0.9	+ 18.2
Londres. . . .		+ 10.2	+ 4 2	+ 17.3
Montpellier. .		+ 15.2	+ 6.7	+ 24.3
Marseille . .	94	+ 15	+ 7.5	+ 22.5
Milan.		+ 13.2	+ 2.4	+ 22.8
Moscou		+ 4.5	— 11.8	+ 19.3
Nantes		+ 12.6	+ 4.7	+ 20.5
Pékin		+ 12.7	— 3.1	+ 28.1
Paris	53	+ 10.6	+ 3.7	+ 18.1
Philadelphie .		+ 11.9	+ 0.1	+ 23.3
Pétersbourg. .	46	+ 3.8	— 8.3	+ 16.7
Rome		+ 15.8	+ 7.7	+ 24.0
Stockholm. . .		+ 5.7	— 3.6	+ 16 6
Toulon		+ 16.7	+ 9.1	+ 23 9
Varsovie . . .		+ 9.2	— 1.8	+ 20.6
Vienne		+ 10.3	+ 0.4	+ 20.7
Zurich		+ 8.8	— 1.3	+ 17.8

TABLE USUELLE

D'APPLICATIONS MATHÉMATIQUES.

Le petit dictionnaire suivant n'est autre chose que l'extrait des meilleurs ouvrages de mathématiques élémentaires. Il en contient toute la partie usuelle ; plus un bon nombre de tables fort utiles dans les relations sociales. J'ai moi-même fait usage pendant plusieurs années de ce petit aide-mémoire, et je puis affirmer qu'il m'a très-souvent épargné des recherches ennuyeuses et des calculs pénibles.

ALLIAGE. 1°. V étant la valeur de l'unité du mélange x. y. les nombres d'unités mélangées, le prix de l'unité de mesure pour chacune étant p, p', on a la relation

$$V = \frac{p\,x + p'y + \ldots}{x + y + \ldots}$$

a. b. c. étant les nombres qui indiquent combien de fois il y a les quantités connues A. B. C de trois substances différentes dans un premier mélange ; d. e. f dans un second, g. h. k dans un troisième, et l. m. n ce qu'il doit y avoir de chaque substance dans une quantité de mélange cherchée représentée par $l + m + n$; soient enfin x. y. z les nombres par lesquels il faut multiplier les trois mélanges pour former le quatrième; on a

$$a\,x + d\,y + g\,z = l$$
$$b\,x + e\,y + h\,z = m$$
$$c\,x + f\,y + k\,z = n$$

a. b. c étant les nombres qui indiquent combien de fois il y a les quantités connues A. B. C de trois substances dans un premier mélange ; *d. e. f* dans un second ; *g. h. k* dans un troisième : *x. y. z* étant les prix respectifs de A. B. C, *p. q. r* les prix respectifs des mélanges donnés, on a

$$\begin{aligned} a\,x + b\,y + c\,r &= p \\ d\,x + e\,y + f\,z &= q \\ g\,x + h\,y + k\,z &= r \end{aligned}$$

ANGLE. Formé par deux droites connues par leurs équations (*V.* Equation), $y = a\,x + b$. $y = a'\,x + b'$. Soit A cet angle, on a

$$\text{tang. A} = \frac{a - a'}{1 + a\,a'}$$

ANNUITÉ. On nomme ainsi la rente d'un capital *a*, calculée de sorte qu'en payant chaque année une somme *x*, qui soit toujours la même, cette somme soit formée des intérêts échus, et d'un à-compte sur le capital, lequel se réduisant ainsi peu à peu, devient nul après un temps *t* déterminé. Si l'on veut connaître la somme *s* que redoit l'emprunteur après *t* années, ou après qu'il a effectué son t_{me} payement, *r* étant *le denier*, ou la somme qui rapporte un franc par unité de temps, on a

$$s = (a - x\,r)\left(\frac{1 + r}{r}\right)^t + x\,r.$$

Si l'emprunteur s'est acquitté on a

$$x = \frac{a}{r} \times \frac{(1 + r)^t}{(1 + r)^t - r^t}$$

relation qui donne l'une de quantités *x. a. r.* ou *t*, les autres étant connues, mais on ne peut à la rigueur obtenir *t* que par

$$t = \frac{log.\ x + \log.\ r - \log.\ (r\,x - a)}{\log.\ (1 + r) - \log.\ r}$$

C'est au moyen de ces formules qu'on a calculé es deux tables suivantes, qui résoudront la plupart es questions usuelles.

TABLEAU *indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque année, pendant un nombre quelconque d'années, depuis un an jusqu'à* 50, *pour éteindre un prêt ou un emprunt de* 1000 *fr., avec les intérêts composés à* 2, 3, 4, 5, 6 *p.* 100 *l'an.*

ANNÉES	2 p. o/o	3 p. o/o	4 p. o/o	5 p. o/o	6 p. o/o
1	1020	1030	1040	1050	1060
2	515,05	522,61	530,20	537,81	545,44
3	346,76	353,53	360,35	367,21	374,11
4	262,62	269,03	275,50	282,01	288,60
5	212,16	218,36	224,63	230,98	237,40
6	178,53	184,60	190,76	197,02	203,36
7	154,51	160,51	166,61	172,82	179,14
8	136,51	142,46	148,53	154,72	161,04
9	122,52	128,43	134,49	140,70	147,02
10	111,33	117,23	123,29	129,50	135,87
11	102,18	108,08	114,15	120,39	126,79
12	94,56	100,46	106,55	112,83	119,28
13	88,12	94,03	100,14	106,46	112,96
14	82,60	88,53	94,67	101,02	107,59
15	77,83	83,77	89,94	96,34	102,96
16	73,65	79,61	85,82	92,27	98,96
17	69,97	75,95	82,20	88,70	95,45
18	66,70	72,71	78,99	85,55	92,36
19	63,78	69,81	76,14	82,75	89,62
20	61,16	67,22	73,58	80,24	87,19
21	58,79	64,87	71,28	78	85,01
22	56,63	62,75	69,2	75,97	83,05
23	54,67	60,80	67,31	74,14	81,28
24	52,87	59,81	65,59	72,47	79,68
25	51,22	57	64,01	70,95	78,23

Suite du Tableau.

ANNÉES	2 p. 0/0	3 p. 0/0	4 p. 0/0	5 p. 0/0	6 p. 0/0
26	49,70	55,94	62,57	69,56	76,90
27	48,29	54,56	61,24	68,29	75,70
28	46,99	53,29	60,01	67,12	74,59
29	45,78	52,12	58,88	66,05	73,58
30	44,65	52,02	57,83	65,05	72,65
31	43,62	50	56,86	64,13	71,80
32	42,61	49,05	55,95	63,28	71
33	41,69	48,16	55,10	62,50	70,27
34	40,82	47,32	54,32	61,76	69,60
35	40	46,54	53,58	61,07	68,97
36	39,23	45,80	52,89	60,43	68,40
37	38,51	45,11	52,24	59,84	67,86
38	37,82	44,46	51,63	59,28	67,36
39	37,17	43,84	51,06	58,77	66,89
40	36,56	43,26	50,51	58,28	66,46
41	35,97	42,71	50,02	57,82	66,06
42	35,42	42,19	49,54	57,40	65,68
43	34,89	41,71	49,10	56,99	65,33
44	34,39	41,23	48,67	56,62	65,01
45	33,91	40,79	48,26	56,26	64,70
46	33,45	40,36	47,88	55,93	64,42
47	33,02	39,96	47,52	55,61	64,15
48	32,60	39,58	47,18	55,32	63,90
49	32,20	39,21	46,86	55,04	63,66
50	31,82	38,87	46,55	54,78	63,44

Cette table, calculée pour une somme de 1000 fr, peut servir pour toute autre somme; une simple proportion donnerait le résultat désiré: cette remarque s'applique aussi évidemment à la table suivante, dans laquelle on suppose que les payemens ne se font plus par années, mais par semestre.

Tableau *indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque* semestre *pour un nombre quelconque de semestres, depuis* 4 *jusqu'à* 20; *pour éteindre un prêt ou un emprunt de* 1000 fr.. *avec les intérêts compris*, *à* 5, 6, 7, 8, 9, 10 pour o/o *l'an*.

SEMESTRES.	5 p. o/o par an.	6 p. o/o par an.	7 p. o/o par an.	8 p. o/o par an.	9 p. o/o par an.	10 p. o/o par an.
4	265,82	269,01	272,27	275,52	278,79	282,05
5	215,24	218,37	221,51	224,62	227,81	230,97
6	181,55	184,59	187,69	190,79	193,90	197,01
7	157,49	160,49	163,55	166,61	169,72	172,83
8	139,47	142,45	146,49	148,52	151,62	154,72
9	125,46	128,45	131,47	134,50	137,59	140,69
10	114,26	117,23	120,26	123,29	126,40	129,51
11	105,11	108,07	111,11	114,15	117,27	120,39
12	97,49	105,46	103,50	106,55	109,69	112,83
14	85,84	88,53	91,60	94,67	97,84	101,02
16	76,60	79,61	82,71	85,82	89,04	92,27
18	69,97	72,71	75,85	79,00	82,27	85,55
20	64,16	67,21	70,39	63,58	76,91	80,25

ARC. On obtient sa longueur a lorsqu'on connaît sa graduation en degrés ° au moyen de

$(a^{\circ}) = r\,a$, en minutes par $(a') = r'\,a$ et en secondes par $(a'') = r''\,a$, sachant d'ailleurs que

$r =$ 57°, 2957 8	dont le log.	1,75812264
$r' =$ 3437', 746	log.	3,53627389
$r'' =$ 206264'', 8	log.	5,31442514

r représente ici le nombre de degrés de l'arc égal au

Application.

Soit proposé un broc dont la hauteur intérieure est de 325 millimètres, sur 220 de diamètre au fond, et 120 à l'ouverture.

On prend la moitié de 220 plus 120=340, et l'on a, pour le diamètre réduit des deux bouts, 170 millimètres. Si celui du ventre est 280, la différence entre celui-ci et celui réduit des deux bouts, est 280 — 170 = 110; de cette différence on retranchera le tiers, ou 36.66 : il reste pour diamètre moyen 243.33, d'après lequel diamètre moyen on conclut que la circonférence de 764.75 produit en surface 46521.65 millimètres carrés, qui, multipliés par la hauteur, ou 325, donnent une capacité de 16 décimètres cubes, ou 16 litres.

Problème.

Trouver les dimensions que doivent avoir les caisses destinées à contenir une quantité donnée de bouteilles de liquides.

Soit, par exemple, une caisse destinée à contenir 50 bouteilles; on peut considérer le volume d'une bouteille, avec l'enveloppe nécessaire pour l'empêcher de toucher les autres bouteilles, comme égal à trois décimètres cubes, parce que la circonférence des bouteilles est communément de 30 à 35 centimètres, et leur hauteur, de 30 à 32 avec le bouchon: ainsi, en multipliant 50 par 3, on trouve qu'il faut une caisse de 150 décimètres cubes pour contenir 50 bouteilles. Or, une caisse qui aurait 40 centimètres de hauteur, 40 de largeur et 94 de longueur, formerait, à très-peu plus, la capacité demandée.

Généralement on peut prendre, pour former la caisse, deux dimensions arbitraires, et, pour trouver la troisième, diviser la solidité par le produit *des* deux premières dimensions.

$$= x^m \left(1 + \frac{a}{x}\right)^m$$

On cherche pour plus de simplicité le développement de $\left(1 + \frac{a}{x}\right)^m$ ou celui de $(1+y)$ en faisant

$$\frac{a}{x} = y$$

$$(1+y)^m = 1 \frac{m}{1} y + \frac{m(m-1)}{1.2} y^2$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-m2}{1.2.4} y^3$$

$$- \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4} y^4 + \ldots.$$

m étant un nombre entier, la série s'arrêtera lorsque l'on sera arrivé au terme du rang $m+1$.

Si l'exposant est fractionnaire, on a

$$(1+y)^{\frac{m}{n}} = 1 + \frac{m}{n} y + \frac{m(m-n)}{n.2n} y_2$$

$$+ \frac{m(m-n)(m-2n)}{n.2n.3n} y^3$$

$$+ \frac{m(m-n)(m-2n)(m-3n)}{n.2n.3n.4n} y^4 \ldots. +$$

Ce développement ne peut jamais s'arrêter.

Si l'exposant est négatif,

$$(1+y)^{-m} = 1 - \frac{m}{1} y + \frac{m(m+1)}{1.2} y^2$$

$$-\frac{m(m+1)(m+2)}{1.2.3}y^3$$

$$\frac{m(m+1)(m+2)(m+3)}{1.2.3.4}y$$

OTTE SPHÉRIQUE. R étant le ray
h la hauteur de la calotte, dont I
on a

$$S = 2\pi R h$$

Sa surface $C = \pi R^2$, son ra

CONFÉRENCE du cercle, dont le

$= 3.14159\ 26535\ 89793\ 23846$
$83269\ 50288\ 41971\ 66399$

(*Voyez* page suivante.)

TABLE *des cercles de diamètres* 1 *à* 100 *de leurs aires, de leurs circonférences, et de la longueur du côté d'un carré équivalent.*

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
1.00	0.7853981	3.14159265	0.88622692
.25	1.22718463	3 9269908 1	1.10778365
.5	1.76714586	4.71238898	1.32934038
.75	2.40528187	5.49778714	1.55089711
2.	3.14159265	6.28318530	1.77245384
.25	3 9760782 0	7.06858347	1.99401058
.5	4 9087385 2	7.85398163	2.21556731
.75	5.9395736 1	8.63937979	2.43712404
3.	7.06858347	9.42477796	2.65868077
.25	8.29576810	10.21017612	2.88023750
.5	9 6211250	10.99557428	3.10179423
.75	11.04466167	11.78097245	3 32335096
4.	12.56637061	12.56637061	3 54490769
.25	14.18625432	13.35176877	3.76646442
.5	15.90431280	14.13716694	3.98802116
.75	17.72054606	14.92256510	4.20957789
5.	19.63495408	15.70796326	4.43113462
.25	21.64753687	16.49336143	4.65269135
.5	23.75829444	17.27875959	4.87424808
.75	25 9672267 7	18.06415775	5 09580482
6.	28.27433388	18.84955559	5.31736155
.25	30 6796157 5	19.63495408	5.53891828
.5	33.18307240	20.42035224	5 76047501
.75	35.78470382	21.20575041	5.98203174
7.	38.48456000	21.99114857	6.20358847
.25	41.28249096	22.77654673	6.42514520
.5	44.17864669	23.56194490	6.64670193
.75	47.17297718	24.34734306	6.86825866
.	50.26548245	25.13274122	7.08981539
.25	53.45616249	25.91813939	7.31137213

Suite de la Table.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
8.5	56.745017 30	26.70353755	7.53292886
.75	60.13204688	27.48893571	7.75448559
9.	63.61725123	28.27433388	7.97604232
.25	67.20063035	29.05973204	8.19759905
.5	70.88218424	29.84513020	8.41915578
.75	74.66191290	30.63052837	8.64071251
10.	78.53981633	31.41592653	8.86226925
.25	82.51589454	32.20132469	9.08382598
.5	86.59014751	32.98672286	9.30538270
.75	90.76257525	33.77212102	9.52693944
11.	95.03317777	34.55751918	9.74849617
.25	99.40195505	35 34291735	9.97005290
.5	103.86890711	36.12831551	10.19160964
.75	108.43403393	36 91371367	10.41316637
12.	113.09733553	37.69911184	10.63472310
.25	117.85881189	38.48451000	10.85626983
.5	122.71846303	39.26990816	11.07783656
.75	127.67628893	40.05530633	11.29939329
13.	132.73228961	40.84070449	11.52095002
.25	137.88646506	41.62610265	11.74250675
.5	143.13881527	42.41150082	11.96406348
.75	148.48934026	43.19689898	12.18562021
14.	153 93804002	43.98229714	12.40717695
.25	159 48491455	44.76769531	12.62873368
.5	165.12996385	45 55309347	12.85029041
.75	170.87318792	46.33849163	13.07184714
15.	176.71458676	47.12388980	13.29340388
.25	182.65416028	47.90928796	13.51496061
.5	188.69190875	48.69468613	13.73651734
.75	194.82783190	49.48008429	13.95807407
16.	201.06192982	50.26548245	14.17963080
.25	207.39420252	51.05888062	14.40118753

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
16.5	213.82464998	51.83627878	14.62274426
.75	220.35327221	52.62167694	14.84430099
17.	226.98006922	53.40707511	15.06585772
.25	233.70504099	54.19247327	15.28741446
.5	240.52818753	54.97787143	15.50897119
.75	247.44950885	55.76326960	15.73052792
18.	254.46900493	56.54866776	15.95208465
.25	266 58667578	57.33406592	16.17364138
.5	268.80252140	58,11946409	16.39519811
.75	276.11654180	58.90186225	16.616-5484
19.	283.52873696	59.69026041	16.83831157
.25	291.03910692	60.47565858	17.05986830
.5	298.64765163	61.26105674	17.28142503
.75	306.35437111	62.04645490	17.50298177
20.	314.15926535	62.83185307	17.72453850
.25	322.06233437	63.61725123	17.94609524
.5	330.06357816	64.40264939	18.16765197
.75	338.16299672	65.18804756	18.38920870
21.	346.36059005	65.97344572	18.61076543
.25	354.65635814	66.75884388	18.83232216
.5	363.25030101	67.54424205	19 0538-889
.75	371.54241865	68.32964021	19.27543562
22.	380.13271106	69.11503837	19.49699235
.25	388.82117826	69.90043654	19.71854908
.5	397.60782021	70.68583470	19.94010581
.75	406.49263694	71.47123286	20.16166255
23.	415.47562843	72.25663103	20.38321928
.25	424 55679467	73 04202919	20.60477601
.5	433.73613573	73.82742735	20.82633274
.75	443.01365154	74.61282552	21.04788945
24.	452.38934207	75.39822368	21.26944618
.25	461.86320745	76.18362184	21.49100291

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
24.5	471.43524757	76.96902001	21.71255964
.75	481.10546239	77.75441817	21.93411637
25.	490.87385212	78.53981634	22.15567313
.25	500.74041655	79.32521450	22.37722986
.5	510.70515575	80.11061266	22.59878659
.75	520.76806971	80.89601083	22.82034331
26.	530.92915845	81.68140899	23.04190006
.25	541.18842196	82.46680715	23.26345679
.5	551.54586024	83.25220532	23.48501352
.75	562.00147328	84.03760348	23.70657025
27.	572.55526110	84.82300164	23.92812698
.25	583.20722369	85.60839981	24.14968371
.5	593.95736105	86.39379797	24.37124044
.75	604.80567318	87.17919613	24.59279717
28.	615.75216017	87.96459430	24.81435390
.25	626.79682177	88.74999246	25.03591063
.5	637.93965822	89.53539062	25.25746737
.75	649.18066943	90.32078879	25.47902410
29.	660.51985541	91.10618695	25.70058083
.25	671.95721616	91.89158511	25.92213756
.5	683.49275169	92.67698328	26.14369429
.75	695.12646198	93.46238144	26.36525102
30.	706.85834704	94.24777960	26.58680776
.25	718.68840688	95.03317777	26.80836449
.5	730.61664148	95.81857593	27.02992122
.75	742.64305085	96.60397409	27.25147794
31.	754.76763502	97.38937226	27.47303468
.25	766.99039394	98.17477042	27.69459141
.5	779.31132762	98.96016858	27.91614814
.75	791.73043607	99.74556675	28.13770488
32.	804.24771930	100.53096491	28.35926161
.25	816.86317729	101.31636307	28.58081834

presque tous les ans (et ordinairement pendant la canicule), des solutions prétendues, auxquelles on est convenu de ne donner aucune attention.

Les personnes qui n'ont pas étudié la géométrie, et c'est sans doute le plus grand nombre, ne se font pas une idée de l'état de la question; et c'est peut-être au défaut de notions claires et exactes sur cet objet, qu'on pourrait attribuer tant d'essais malheureux ou ridicules dans cette recherche. L'ignorant complet, qui entend parler de la quadrature du cercle, et qui croit qu'il s'agit de faire un cercle carré, rit ou lève les épaules; son confrère, qui se croit plus habile ou plus fin, prétend résoudre le problème, en entourant d'un fil le cercle donné, puis en tendant ce fil sur quatre épingles plantées en carré. Le géomètre leur dit: « Ce n'est pas cela: il s'agit de trouver la surface d'un carré égal, *en toute rigueur*, à un cercle donné; » et, pour les mettre plus avant sur la voie, il leur *démontre* (après leur avoir appris toutefois ce que c'est qu'une *démonstration*) que la surface d'un cercle est égale à celle d'un triangle qui aurait pour base la circonférence du cercle déployée, c'est-à-dire convertie en une ligne droite, et pour hauteur le rayon; que la surface de tout triangle est égale à la moitié du produit de sa base par sa hauteur, et enfin que la *racine carrée* de ce produit est égale au côté même du carré égal en surface au cercle donné.

Le problème se réduit donc à trouver cette ligne droite, égale en toute rigueur à la circonférence du cercle rectifiée: aussi change-t-on souvent son énoncé en celui-ci: trouver la rectification de la circonférence du cercle, ou bien encore trouver le rapport exact de la circonférence au diamètre.

Rien de plus aisé, dira l'homme aux expédiens; donnez-moi le cercle, je l'entoure *bien juste* d'un fil; j'étends ce fil, je le mesure au compas; je lui trouve trois diamètres de cercle et environ un huitième, et voilà votre problème résolu pour tous les cercles possibles. « A votre manière, répond le géo-

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
24.5	471.435247 57	76.96902001	21.71255964
.75	481.10546239	77.75441817	21.93411637
25.	490.87385212	78.53981634	22.15567313
.25	500.74041655	79.32521450	22.37722986
.5	510.70515575	80.11061266	22.59878659
.75	520.76806971	80.89601083	22.82034332
26.	530.92915845	81.68140899	23.04190006
.25	541.18842196	82.46680715	23.26345679
.5	551.54586024	83.25220532	23.48501352
.75	562.00147328	84.03760348	23.70657025
27.	572.55526110	84.82300164	23.92812698
.25	583.20722369	85.60839981	24.14968371
.5	593.95736105	86.39379797	24.37124044
.75	604.80567318	87.17919613	24.59279717
28.	615.75216017	87.96459430	24.81435390
.25	626.79682177	88.74999246	25.03591063
.5	637.93965822	89.53539062	25.25746737
.75	649.18066943	90.32078879	25.47902410
29.	660.51985541	91.10618695	25.70058083
.25	671.95721616	91.89158511	25.92213756
.5	683.49275169	92.67698328	26 14369429
.75	695.12646198	93.46238144	26.36525102
30.	706.85834704	94.24777960	26.58680776
.25	718.68840688	95.03317777	26.80836449
.5	730.61664148	95.81857593	27.02992122
.75	742.64305085	96.60397409	27.25147794
31.	754.76763502	97.38937226	27.47303468
.25	766.99039394	98.17477042	27.69459141
.5	779.31132762	98.96016858	27.91614814
.75	791.73043607	99.74556675	28.13770488
32.	804.24771930	100.53096491	28.35926161
.25	816.86317729	101.31636307	28.58081834

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
32.5	829.57681005	102.10176124	28.80237507
.75	842.38861759	102.88715940	29.02393180
33.	855.29859989	103.67255756	29.24548853
.25	868.30675696	104.45795573	29.46704526
.5	881.41308881	105.24335389	29.68860199
.75	894.61759542	106.02875205	29.91015872
34.	907.92027688	106.81415022	30.13171545
.25	921.32113305	107.59954838	30.35327219
.5	934.82016398	108.38494654	30.57482892
.75	948.41736968	109.17034471	30.79638565
35.	962.11275016	109.95574287	31.01794239
.25	975.90630540	110.74114103	31.23949912
.5	989.79803541	111.52653920	31.46105585
.75	1003.78794019	112.31193736	31.68261258
36.	1017.87601975	113.09733552	31.90416931
.25	1032.06227407	113.88273369	32.12572604
.5	1046.34670316	114.66813185	32.34728277
.75	1060.72930703	115.45353001	32.56883950
37.	1075.21008569	116.23892818	32.79039623
.25	1089.78903909	117.02432634	33.01195296
.5	1104.46616727	117.80972450	33.23350970
.75	1119.24147022	118.59512267	33.45506643
38.	1134.11495795	119.38052083	33.67662316
.25	1149.08662043	120.16591899	33.89817989
.5	1164.15642768	120.95131716	34.11973662
.75	1179.32442971	121.73671532	34.34129335
39.	1194.59060651	122.52211348	34.56285008
.25	1209.95495809	123.30751165	34.78440681
5.	1225.41748449	124.09290981	35.00596354
.75	1240.97818552	124.87830797	35.22752027
40.	1256.63704143	125.66370614	35.44907701
.25	1272.39411208	126.44910430	35.67063376

SUITE DE LA TABLE.

Dia m.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
40.5	1288.24933751	127.23450246	35.89219048
.75	1304.20273770	128.01990063	36.11374721
41.	1320.25431266	128.80529879	36.33530394
.25	1336.40406240	129.59069695	36.55686067
.5	1352.65198690	130.37609512	36.77841740
.75	1368.99808617	131.16149328	36.99997413
42.	1385.44236022	131.94689144	37.22153086
.25	1401.98480903	132.73228961	37.44308759
.5	1418.62543261	133.51761777	37.66464432
.75	1435.36423096	134.30308593	37.88620105
43.	1452.20120412	135.08848410	38.10775779
.25	1469.13635202	135.87388226	38.32931452
.5	1486.16967488	136.65928042	38.55087125
.75	1503 30117212	137.44467859	38.77242798
44.	1520 53084433	138.23007675	38.99398471
.25	1537.85869131	139.01547491	39.21554144
.5	1556.28471306	139.80087308	39 43709817
.75	1572.80890957	140.58627124	39.65865090
45.	1590.43128086	141.37166940	39.88021164
.25	1608.15182692	142.15706757	40.10176837
.5	1525.97054775	142.94246573	40.32332510
.75	1643.88744335	143.72786390	40.54488183
46.	1661.90251374	144.51326206	40.76643856
.25	1680.01575839	145.29866022	40.98799530
.5	1698.22717880	146.08405839	41.20955203
.75	1716.53677348	146.86945655	41.43110876
47.	1734.94454294	147.65485471	41.65266549
.25	1753.45048716	148.44025288	41.87422222
.5	1772.05460615	149.22565104	42.09577891
.75	1790.75689992	150.01104920	42.31733568
48.	1809 55736845	150 79644797	42.53889241
.25	1828.45601175	151.58184553	42.76044914

jours à vous assortir au degré qui vous convient. Ainsi, ne voulez-vous pousser la précision que jusqu'au dixième, vous ne prenez que la première des décimales dans votre règle de trois; vous dites, 1.0 est à 3.1 comme le diamètre donné est à la circonférence cherchée : voulez-vous des centièmes, vous dites 1.00 est à 3.14, etc.; des millièmes, 1.000 est à 3.141...., et ainsi de suite; on peut donc considérer le problème comme résolu pour tous les besoins de la science. Mais la pratique ordinaire voudrait de plus petits nombres : Archimède est venu à son secours. Le célèbre défenseur de Syracuse trouva un rapport exactement commode, celui de 7 à 22, exact jusqu'au centième ; un autre rapport, celui d'Adrien Metius, qui est représenté par d'assez petits nombres, a l'avantage d'être exact jusqu'au dix millionième ; c'est celui de 113 à 355, nombre facile à retenir : ce sont les trois premiers nombres impairs, écrits chacun deux fois de suite, puis séparés en deux portions égales.

On a fait plusieurs tentatives pour trouver, par des opérations graphiques plus ou moins simples, c'est-à-dire avec la règle et le compas, le rapport approché du diamètre à la circonférence, pour les cas où l'on n'a pas besoin d'une grande précision ; voici une construction assez simple, et qui donne un résultat exact jusqu'au dix-millième, et qui ne commence par conséquent à différer que dans les cent-millièmes.

Soit (*fig.* 38) A O B le diamètre du cercle dont on cherche le rapport avec la circonférence, on trouvera que A D (que nous allons déterminer) est égal à la demi-circonférence ; ou 2 A D égale à la circonférence entière, exacte jusqu'à la cinquième décimale près, c'est-à-dire à $\frac{6}{100000}$, en opérant comme suit :

Soit menée au point D, la tangente indéfinie X D B;

Soit mené le rayon O R, perpendiculaire au diamètre A O B;

Suite de la Table.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
56.5	2507 18728710	177.49998492	50.07182128
.75	2520.42387260	178.28538509	50.29337801
57.	2551.75863286	179.07078125	50.51493474
.25	2574.19156790	179.85617941	50.73649147
.5	2596.72267781	180.64157758	50.95804820
.75	2619.35196239	181.42697574	51.17960494
58.	2642.07942166	182.21237390	51.40116167
.25	2654.90505579	182.99777207	51.62271840
.5	2687.82886464	183.78317023	51.84427513
.75	2710.85084834	184.56856839	52.06583186
59.	2733.97100678	185.35396656	52.28738859
.25	2757.18933998	186.13936472	52.50894532
.5	2780.50584795	186.92476288	52.73050205
.75	2803.92053070	187.71016105	52.95205878
60.	2827.43338821	188.49555921	53.17361552
.25	2851.04442049	189.28095737	53.39517225
.5	2874.75362754	190.06635554	53.61672898
.75	2898.56100937	190.85175370	53.83828572
61.	2922.46656692	191.63715186	54.05984245
.25	2946.47029734	192.42255003	54.28139918
.5	2970.57220350	193.20794819	54.50295591
.75	2994.77228444	193.99334635	54.72451264
62.	3019.07054008	194.77874452	54.94606937
.25	3043.46697053	195.56414268	55.16762610
.5	3067.96157576	196.34954084	55.38918283
.75	3092.55435572	197.13493901	55.61073956
63.	3117.24531051	197.92033717	55.83229629
.25	3142.03444002	198.70573533	56.05385303
.5	3166.92174434	199.49113350	56.27540976
.75	3191.90722341	200 27653166	56.49696649
64.	3216.99087720	201.06192982	56.71852322
.25	3242 17270581	201.84732799	56.94007995

SUITE DE LA TABLE.

m.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
64.5	3267.43270920	202.63272615	57.16163668
.75	3292.83088742	203.41812431	57.38319341
65.	3318.30724030	204.20352248	57.60475015
.25	3343.88176802	204.98892064	57.82630688
.5	3369.55447036	205.77431880	58.04786361
.75	3395.32534774	206.55971697	58.26942034
66.	3421.19439974	207.34511513	58.49097707
.25	3447.16162652	208.13051329	58.71253380
.5	3473.22702806	208.91591146	58.93409054
.75	3499.39060438	209.70130962	59.15564727
67.	3525.65235549	210.48670778	59.37720400
.25	3552.01228735	211.27210595	59.59876073
.5	3578.47038197	212.05750411	59.82031746
.75	3605.02665737	212.84290227	60.04187419
68.	3631.68110754	213.62860044	60.26343092
.25	3658.43373248	214.41369860	60.48498765
.5	3685.28453219	215.19909676	60.70654438
.75	3712.23350667	215.98449493	60.92810111
69.	3739.28065592	216.76989309	61.14965785
.25	3766.42597994	217.55529125	61.37121458
.5	3793.66947873	218.34068942	61.59277131
.75	3821.01115229	219.12608758	61.81432804
70.	3848.45100564	219.91148574	62.03588478
.25	3875.98902375	220.69688391	62.25744151
.5	3903.62522162	221.48228207	62.47899824
.75	3931.35959426	222.26768023	62.70055497
71.	3959.19214168	223.05307840	62.92211170
.25	3987.12286386	223.83847656	63.14366843
.5	4015.15176082	224.62387472	63.36522516
.75	4043.27883254	225.40927289	63.58678189
72.	4071.50407903	226.19467105	63.80833862
.25	4099.82750030	226.98006921	64.02989536

Suite de la Table.

Diam.	Aire.	Circonférence.	d'u éq
72.5	4128.24909633	227.76546738	64.
.75	4156.76886714	228.55086554	64.
73.	4185.38681274	229.33626370	64.
.25	4214.10293309	230.12166187	64.
.5	4242.91722821	230.90706003	65.
.75	4271.82969810	231.69245819	65.
74.	4300.84034275	232.47785636	65.
.25	4329.94916219	233.26325452	65.
.5	4359.15615638	234.04865268	66.
.75	4388.46132535	234.83405085	66.
75.	4417.86466909	235.61944901	66.
.25	4447.36618760	236.40484717	66.
.5	4476.96588088	237.19024534	66.
.75	4506.66374893	237.97564350	67.
76.	4536.45979178	238.76104166	67.
.25	4566.35400937	239.54643983	67.
.5	4596.34640174	240.33183799	67.
.75	4626.43696897	241.11723615	68.
77.	4656.62571078	241.90263432	68.
.25	4686.91262745	242.68803248	68.
.5	4717.29771890	243.47343064	68.
.75	4747.78098511	244.25882881	68.
78.	4778.36242610	245.04422697	69.
.25	4809.04204185	245.82962513	69.
.5	4839.81983238	246.61502330	69.
.75	4870.79579767	247.40042146	69.
79.	4901.66993776	248.18581962	70.
.25	4932.74225260	248.97121779	70.
.5	4963.91274221	249.75661595	70.
.75	4995.18140659	250.34201411	70.
80.	5026.54824574	251.32741228	70.
.25	5058.01325966	252.11281044	71.

centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.	centig.	Réaum.
13	10.4	38	30.4	63	50.4	88	70.4
14	11.2	39	31.2	64	51.2	89	71.2
15	12.»	40	32.»	65	52.»	90	72.»
16	12.8	41	32.8	66	52.8	91	72.8
17	13.6	42	33.6	67	53.6	92	73.6
18	14.4	43	34.4	68	54.4	93	74.4
19	15.2	44	35.2	69	55.2	94	75.2
20	16.»	45	36.»	70	56.»	95	76.»
21	16.8	46	36.8	71	56.8	96	76.8
22	17.6	47	37.6	72	57.6	97	77.6
23	18.4	48	38.4	73	58.4	98	78.4
24	19.2	49	39.2	74	59.2	99	79.2
25	20.»	50	40.»	75	60.»	100	80.»

TABLE DES VITESSES DU VENT.

Vitesses par seconde en mètres.	Vitesses par heure en mètres	en lieues.	
0.5.	1,800. .	0.40 .	à peine sensible
1.0.	3,600. .	0.81 .	sensible
2.0.	7,200. .	1.62 .	modéré
5.5.	19,800. .	4.45 .	asssez fort
10 0.	36,000. .	8.16 .	fort
20.0.	72,000. .	16.20 .	très-fort
22.5.	81,000. .	17.35 .	tempête
27.0.	97,200. .	22.04 .	grande tempête
36.0.	104,400. .	29.33 .	ouragan
45.0.	162,000. .	36.62 .	ouragan qui déracine les arbres et renverse les édifices.

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
88.5	6151.43476526	278.03094983	78.43103289
.75	6186.23721138	278 81634799	78 65263962
89.	6221.13885226	279.60174616	78 87419635
.25	6256.13815792	280.38714432	79.09575309
.5	6291.23563834	281.17254248	79 31730982
.75	6326.43129354	281.95794065	79.53886655
90.	6361.72512350	282.74333881	79.76042329
.25	6397.11712824	283.52873697	79.98198001
.5	6432.60730774	284.31413514	80.20353673
.75	6468.19566202	285.09953330	80.42509348
91.	6503.88219109	285.88493146	80.64699021
.25	6539.66689491	286.67032960	80.86820694
.5	6575.54977350	287.45572779	81.08976367
.75	6611.53082686	288.24112595	81.31132040
92.	6647.61005499	289 02652412	81.53287713
.25	6683.78745789	289.81192228	81.75443386
.5	6720.06303556	290.59732044	81.97599060
.75	6756.43678800	291.38271861	82.19754733
93.	6792.90871521	292.16811677	82.41910406
.25	6829.47881719	292.95351493	82.64066079
.5	6866.14709394	293.73891310	82 86221752
.75	6902 91354546	294.52431126	83.08377425
94.	6939 77817177	295.30970942	83.30533096
.25	6976.74097284	296.09510759	83.52688771
.5	7013.80194367	296.88050575	83.74844444
.75	7050.96109928	297.66590391	83.97000117
95.	7088 21842465	298.45130208	84.19155791
.25	7125.57992480	299.23670024	84.41311464
.5	7163.02759971	300.02209840	84.63467136
.75	7200.57944940	300.80749657	84.83622840
96.	7238.22947380	301.59289473	85.07778484
.25	7275.97767308	302.37829289	85.29934115

TABLE USUELLE

D'APPLICATIONS MATHÉMATIQUES.

Le petit dictionnaire suivant n'est autre chose que l'extrait des meilleurs ouvrages de mathématiques élémentaires. Il en contient toute la partie usuelle ; plus un bon nombre de tables fort utiles dans les relations sociales. J'ai moi-même fait usage pendant plusieurs années de ce petit aide-mémoire, et je puis affirmer qu'il m a très-souvent épargné des recherches ennuyeuses et des calculs pénibles.

ALLIAGE. 1°. V étant la valeur de l'unité du mélange x. y. les nombres d'unités mélangées, le prix de l'unité de mesure pour chacune étant p, p', on a la relation

$$V = \frac{p\,x + p'y + \ldots}{x + y + \ldots}$$

a. b. c. étant les nombres qui indiquent combien de fois il y a les quantités connues A. B. C de trois substances différentes dans un premier mélange ; d. e. f dans un second, g. h. k dans un troisième, et l. m. n ce qu'il doit y avoir de chaque substance dans une quantité de mélange cherchée représentée par $l + m + n$; soient enfin x. y. z les nombres par lesquels il faut multiplier les trois mélanges pour former le quatrième; on a

$$a\,x + d\,y + g\,z = l$$
$$b\,x + e\,y + h\,z = m$$
$$c\,x + f\,y + k\,z = n$$

Sans répétition,

$$(m\,C\,n) = \frac{m\,(m-1)\,(m-2)\,\ldots\,(m-n+1)}{1\times 2\times 3\times\ldots\ldots\ n}$$

CONE DROIT. R étant le rayon de la base, A la génératrice, S la surface, D le diamètre de la base, on a

$$S = \pi\,A\,R$$

h étant sa hauteur et V son volume,

$$V = \tfrac{1}{4}\,\pi\,R^2\,h = \tfrac{1}{12}\,\pi\,D^2\,h = D^2\,h \times 0{,}261799387799149436538553615273\ldots.$$

CONE TRONQUÉ. Sa surface = son côté × la moitié de la somme des circonférences des bases, et si R, r représentent les rayons, ou D et d les diamètres des bases et h la hauteur, son volume V est

$$V = \tfrac{1}{3}\,\pi\,h\,(R^2+r^2+R\,r) = h\left[(D+d)^2 - D\,d\right] \times 0{,}261799387799149\ldots.$$

CORDE. Si k est la longueur de la corde d'un arc a, pris dans un cercle de rayon R

$$k = 2\,R\,\sin.\,\tfrac{1}{2}\,a$$

Cette équation donne la graduation a d'un arc, connaissant sa corde, et réciproquement.

COSINUS. Valeur du cosinus de l'arc dont la longueur est x (ne point confondre la longueur avec le nombre de degrés, *voyez* Arc), dans le cercle dont le rayon est 1 :

$$\cos.\,\alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^4}{2.3.4} - \frac{\alpha^6}{2.3.4.5.6.} + \ldots.$$

CYLINDRE DROIT. R étant le rayon de la base, H sa hauteur, S sa surface, V son volume, on a

$$S = 2\pi R H$$

$$V = \pi R^2 H$$

DEGRÉ. (Voyez *Arc.*)

DIAGONALE du carré dont le côté est $1 = \sqrt{2} =$ 1.41421356237309504880168872420 97...

DISTANCE δ d'un point $x' y'$ à une ligne donnée $y = a x + b$.

$$\delta = \frac{y' - a x' - b}{\sqrt{(1 + a^2)}}$$

Distance entre deux points donnés $x' y'$ ($x'' y''$)

$$\Delta = \sqrt{(x'' - x')^2 + (y'' - y')^2}$$

ÉQUATION. On appelle ainsi dans la géométrie analytique la relation entre les coordonnées x et y de chacun des points d'une droite ou d'une courbe.

Équation d'une droite. a est la tangente trigonométrique de l'angle formé par la droite et l'axe des x, le rayon est 1 et les axes rectangulaires.

La droite *passant par l'origine des axes*

$$y = a x$$

ne passant point par l'origine

$$y = a x + b$$

passant par un point donné (x', y')

$$y - y' = a (x - x')$$

et par *deux points donnés* (x', y') (x'', y'')

$$y - y' = \frac{y' - y''}{x' - x''} (x - x')$$

Équation de la perpendiculaire à la droite dont l'équation est $y = ax$ ou $y = a x + b$

$$y = -\frac{1}{a} x \qquad \text{ou } y = -\frac{1}{a} x + b$$

Cette *perpendiculaire passant* en outre par un *point donné* (x', y')

$$y - y' = -\frac{1}{a}(x - x')$$

Équation du cercle. R étant le rayon de ce cercle, x et y les coordonnées d'un point quelconque de sa circonférence.

L'*origine* des coordonnées *étant au centre*, on a

$$y^2 + x^2 = R^2$$

L'origine des coordonnées n'étant point au centre, et ce centre ayant pour coordonnées a et b,

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$$

L'origine à l'extrémité du diamètre donne

$$y^2 = 2Rx - x^2$$

Équation de l'ellipse. a étant le *demi-grand axe* et b le *demi-petit axe*.

L'équation rapportée aux axes et au sommet

$$a^2 y^2 = b^2 (2ax - x^2)$$

rapportée au centre et aux axes, on a

$$a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2$$

δ étant la distance d'un point quelconque de la courbe au foyer, θ l'angle que fait la trace de cette distance avec le grand axe, e le rapport de l'excentricité au demi-grand axe a; l'équation polaire est, le pole étant au foyer,

$$\delta = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos. \theta}$$

Équation de l'hyperbole. a étant le demi-premier axe, b le demi-second axe, l'origine étant au sommet,

$$a^2 y^2 = b^2 (2ax + x^2)$$

l'origine étant au centre

$$a^2 y^2 - b^2 x^2 = -a^2 b^2$$

L'équation polaire de l'hyperbole (les mêmes lettres désignant les mêmes choses que pour le cas de l'ellipse) est

$$\delta = \frac{a(e^2 - 1)}{1 + e\cos.\theta}$$

Équation de la parabole rapportée au sommet est

$$y^2 = 2px$$

p est ici le demi-paramètre, c'est-à-dire la demi-ordonnée passant par le foyer de la courbe, l'équation polaire est

$$\delta = \frac{p}{1 + \cos.\theta}$$

δ étant la distance d'un point quelconque de la courbe au foyer pris pour pôle, et θ l'angle que fait δ avec l'axe des x.

ELLIPSE. a étant le petit axe, b le grand axe, S sa surface, on a $S = \frac{1}{4}\pi a b$ ou

$S = a b \times 0{,}78539816339744830961566084581 9\ldots$

ELLIPSOIDE. Son volume $V =$ (axe de révolution)^2 (axe fixe) $\times \frac{1}{6}\pi$

ou $V = b^2 a \times 0{,}52359877559829887307710723054 6\ldots$

ESCOMPTE. C'est en général la remise que fait le créancier en faveur du paiement anticipé qu'on lui fait d'une somme avant l'échéance du paiement. L'escompte se fait à tant pour 100 par an, mois, etc. Si l'on désigne la somme due par a, le nombre (arbitraire, mais communément 100) sur lequel on suppose en général que se fait l'escompte d, ce qu'on *escompte* sur ce nombre i, le temps que le paiement est anticipé et qui doit être exprimé en unités ou fractions d'unités de même espèce que le taux de l'escompte, c'est en années et fractions d'an-

rayon, r' . r'' sont les nombres de minutes ou de secondes de cet arc.

BINOME. Développement de la puissance m du binome $x+a$;

Loi. Le nombre des termes est $m+1$;

Le 1^{er}. termie est x^m, le 2^{me}. $m x^{m-1} a$.

Les exposans de x vont toujours en diminuant d'une unité, ceux de a en augmentant d'une unité; le coefficient d'un terme quelconque est le produit du coefficient du terme précédent, par l'exposant de x dans ce même terme, divisé par le nombre qui exprime le rang de ce terme; le dernier terme sera a^m.

Formule,

$$(x+a)^m = x^m + m\,a\,x^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1\cdot 2} a^2 x^{m-2} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1\cdot 2\cdot 3} a^3 x^{m-3} + \ldots\ldots$$

$$\frac{m(m-)(m-2)\ldots(m-n+1)}{1\cdot 2\cdot 3\ldots n} a^n x^{m-n} \ldots\ldots + a^m$$

La même formule pourra servir au développement de $(x+a+b)^m$, en faisant $a+b=c$, développant $(x+c)^m$ et remettant ensuite $a+b$ à la place de c.

Si l'on avait à développer $(x-a)^m$, il suffirait de changer le signe du second termé, celui du quatrième, celui du sixième, et en général celui de chaque terme de rang pair.

On sait que $x+a = x\left(1+\frac{a}{x}\right)$ et que $(a+x)^n$

$$= x^m \left(1 + \frac{a}{x}\right)^m$$

On cherche pour plus de simplicité le développement de $\left(1 + \frac{a}{x}\right)^m$ ou celui de $(1+y)$ en faisant

$$\frac{a}{x} = y$$

$$(1+y)^m = 1 + \frac{m}{1}y + \frac{m(m-1)}{1.2}y^2$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-m2)}{1.2.4}y^3$$

$$- \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}y^4 + \ldots.$$

m étant un nombre entier, la série s'arrêtera lorsque l'on sera arrivé au terme du rang $m+1$.

Si l'exposant est fractionnaire, on a

$$(1+y)^{\frac{m}{n}} = 1 + \frac{m}{n}y + \frac{m(m-n)}{n.2n}y^2$$

$$+ \frac{m(m-n)(m-2n)}{n.2n.3n}y^3$$

$$+ \frac{m(m-n)(m-2n)(m-3n)}{n.2n.3n.4n}y^4 \ldots. +$$

Ce développement ne peut jamais s'arrêter.

Si l'exposant est négatif,

$$(1+y)^{-m} = 1 - \frac{m}{1}y + \frac{m(m+1)}{1.2}y^2$$

$\frac{4}{p}$	1.2732395447351626861510701069 80
$\frac{1}{4p}$	0.0795774715459476678844418816862
$\sqrt{2}$...	1.4142135623730950488016887242097 environ.
$\sqrt{\frac{1}{2}}$...	0.7071067811865475244008443621 04
$p\sqrt{2}$..	4.4428829381583662470158809900605
$p\sqrt{\frac{1}{2}}$...	2.2214414690791831235079404950302
$\frac{1}{p}\sqrt{\frac{1}{2}}$...	0.2250790790[illegible]7388799775 1
$\frac{1}{p}\sqrt{2}$...	0 450158158 [illegible] 34777599595 5
$\sqrt{p}$....	[illegible] 27298167483341
$\frac{1}{2}\sqrt{p}$...	0 [illegible] 13649083741670
$2\sqrt{p}$...	[illegible] 54596334966682
$\sqrt{\frac{p}{2}}$....	[illegible] 51207882642402
$\sqrt{\frac{2}{p}}$....	0.7978845608028653558798921 19868
$\sqrt{\frac{1}{p}}$....	0.5641895835477562869480794515 60
$2\sqrt{\frac{1}{p}}$ =	1.1283791670955125738961589031 20
$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{p}}$...	0.2820947917738781434740397257 80
p^2....	9.8696044010893586188344909998 76
$\frac{1}{p^2}$....	0.1013211836423377714438794632 09
$\frac{1}{2p^2}$....	0.0506605918211688857219397316 04
$\frac{1}{6p^2}$....	0.0168868639403896285739799105 34

TABLE *des cercles de diamètres* 1 *à* 100 *de leurs aires, de leurs circonférences, et de la longueur du côté d'un carré équivalent.*

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
1.00	0.7853981	3.14159265	0.88622692
.25	1.22718463	3 92699081	1.10778365
.5	1.76714586	4.71238898	1.32934038
.75	2.40528187	5.49778714	1.55089711
2.	3.14159265	6.28318530	1.77245384
.25	3 97607820	7.06858347	1.99401058
.5	4 90873852	7.85398163	2.21556731
.75	5.93957361	8.63937979	2.43712404
3.	7.06858347	9.42477796	2.65868077
.25	8.29576810	10.21017612	2.88023750
.5	9 62112750	10.99557428	3.10179423
.75	11.04466167	11.78097245	3 32335096
4.	12.56637061	12.56637061	3 54490769
.25	14.18625432	13.35176877	3.76646442
.5	15 90431280	14.13716694	3.98802116
.75	17.72054606	14.92256510	4.20957789
5.	19.63495408	15.70796326	4.43113462
.25	21.64753687	16.49336143	4.65269135
.5	23.75829444	17.27875959	4.87424808
.75	25 96722677	18.06415775	5 09580482
6.	28.27433388	18.8495559	5.31736155
.25	30 6-961575	19.63495408	5.53891828
.5	33.18307240	20.42035224	5 76047501
.75	35.78470382	21.20575041	5.98203174
7.	38.48456000	21.99114857	6.20358847
.25	41.28249096	22.7765473	6.42514520
.5	44.17864669	23.56194490	6.64670193
.75	47.17297718	24.34734306	6.86825866
8.	50.26548245	25.13274122	7.08981539
.25	53.45616249	25.91813939	7.31137213

HYPERBOLE. (Voyez *Équation*.)

INTÉRÊT. C'est le *loyer* d'un capital prêté.

Soit le capital a, le nombre (arbitraire, m
communément 100) sur lequel on suppose que
tire l'intérêt d, l'intérêt qui se tire sur ce nombr
le temps que le capital a été gardé t, ce qui revi
tant en capital qu'en intérêt au bout du temps s
posé r, ce qui revient en intérêt seulement x,
a ces relations

$$r = a\left(\frac{d+it}{d}\right) \quad \text{ou} \quad a\left(1+\frac{it}{100}\right)$$

$$a = r\left(\frac{d}{d+it}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{100\,r}{100+it}$$

$$i = d\left(\frac{r-a}{at}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{r-a}{at}\times 100$$

$$t = d\left(\frac{r-a}{ai}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{r-a}{ai}\times 100$$

$$x = \frac{ati}{d} \quad \text{ou} \quad \frac{ati}{100}$$

Intérêt composé. Les mêmes lettres désignant
mêmes choses, pour plus de brièveté on fait

$$p = \frac{d+i}{d}$$

$$r = a\,p^t \quad \text{ou} \quad \log.\ r = \log.\ a + (\log.\ p)\times$$

$$a = \frac{r}{p^t} \quad \text{ou} \quad \log.\ a = \log.\ r - (\log.\ p)\times$$

$$p = \sqrt[t]{\frac{a}{r}} \quad \text{ou} \quad \log.\ p = \frac{(\log.\ r)-(\log.\ a}{t}$$

$$t = \ldots \frac{(\log.\ r)-(\log.\ a)}{(\log.\ p)}$$

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
16.5	213.82464998	51.83627878	14.62274426
.75	220.35327221	52.62167694	14.84430099
17.	226.98006922	53.40707511	15.06585772
.25	233.70504099	54.19247327	15.28741446
.5	240.52818753	54.97787143	15.50897119
.75	247.44950885	55.76326960	15.73052792
18.	264.46900493	56.54866776	15.95208465
.25	266 58667578	57.33406592	16.17364138
.5	268.80252140	58,11946409	16.39519811
.75	276.11654180	58.90186225	16.61675484
19.	283.52873696	59.69026041	16.83831157
.25	291.03910692	60.47565858	17.05986830
.5	298.64765163	61.26105674	17.28142503
.75	306.35437111	62.04645490	17.50298177
20.	314.15926535	62.83185307	17.72453850
.25	322.06233437	63.61725123	17.94609524
.5	330.06357816	64.40264939	18.16765197
.75	338.16299672	65.18804756	18.38920870
21.	346.36059005	65.97344572	18.61076543
.25	354.65635814	66.75884388	18.83232216
.5	363.25030101	67.54424205	19 0538 7889
.75	371.54241865	68.32964021	19.27543562
22.	380.13271106	69.11503837	19.49699235
.25	388.82117826	69.90043654	19.71854908
.5	397.60782021	70.68583470	19.94010581
.75	406.49263694	71.47123286	20.16166255
23.	415.47562843	72.25663103	20.38321928
.25	424 55679467	73.04202919	20.60477601
.5	433.73613573	73.82742735	20.82633274
.75	443.01365154	74.61282552	21.04788945
24.	452.38934207	75.39822368	21.26944618
.25	461.86320745	76.18362184	21.49100291

SUITE DE LA TABLE.

ANNÉES	2 p. 0/0	3 p. 0/0	4 p. 0/0	5 p. 0/0	6 p. 0/0
28	1741,02	2287,93	2998,70	3920,13	5111,69
29	1775,84	2356,57	3118,65	4116,14	5418,39
30	1811,36	2427,26	3243,40	4321,94	5743,49
31	1847,59	2500,08	3373,13	4538,04	6088,10
32	1884,54	2575,08	3508,06	4764,94	6453,39
33	1922,23	2652,34	3648,38	5003,19	6840,59
34	1960,68	2731,91	3794,32	5253,35	7251,03
35	1999,89	2813,86	3946,09	5516,02	7686,09
36	2049,89	2898,28	4103,93	5791,82	8147,25
37	2080,69	2985,23	4268,09	6081,41	8636,09
38	2122,30	3074,78	4438,81	6385,48	9154,25
39	2164,74	3167,03	4616,37	6704,75	9703,51
40	2208,04	3262,04	4801,02	7039,99	10285,72
41	2252,20	3359,90	4993,06	7391,99	10902,86
42	2297,24	3460,70	5192,78	7761,59	11557,03
43	2343,19	3564,52	5400,50	8149,97	12250,45
44	2390,05	3671,45	5616,52	8557,15	12985,48
45	2437,85	3781,60	5841,18	8985,01	13764,61
46	2486,61	3895,04	6074,82	9434,26	14590,49
47	2536,34	4011,90	6317,82	9905,97	15465,92
48	2587,07	4132,25	6570,53	10401,27	16393,87
49	2638,81	4256,22	6833,35	10931,33	17377,50
50	2691,59	4383,91	7106,68	11467,40	18420,15

MESURE. (Voyez *Rapport.*)

NUMÉRATION. Étant donné un nombre exprimé dans un système dont la *base*, c'est-à-dire le nombre de caractères employés, est *n*, on le traduira dans le système décimal au moyen de la formule suivante : soit *b c d e f* les chiffres de ce *nombre, il* sera exprimé dans le système usuel par

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
32.5	829.57681005	102.10176124	28.80237507
.75	842.38861759	102.88715940	29.02393180
33.	855.29859989	103.67255756	29.24548853
.25	868.30675696	104.45795573	29.46704526
.5	881.41308881	105.24335389	29.68860199
.75	894.61759542	106.02875205	29.91015872
34.	907.92027688	106.81415022	30.13171545
.25	921 32113305	107.59954838	30.35327219
.5	634 82016398	108.38494654	30.57482892
.75	948.41736968	109.17034471	30.79638565
35.	962.11275016	109.95574287	31.01794239
.25	975.90630540	110.74114103	31.23949912
.5	989.79803541	111.52653920	31.46105585
.75	1003.78794019	112.31193736	31.68261258
36.	1017.87601975	113.09733552	31.90416931
.25	1032.06227407	113.88273369	32.12572604
.5	1046.34670316	114.66813185	32.34728277
.75	1060.72930703	115.45353001	32.56883950
37.	1075.21008569	116.23892818	32.79039623
.25	1089.78903909	117.02432634	33.01195296
.5	1104.46616727	117.80972450	33.23350970
.75	1119.24147022	118.59512267	33.45506643
38.	1134.11494795	119.38052083	33.67662316
.25	1149.08660043	120.16591899	33.89817989
.5	1164.15642768	120.95131716	34.11973662
.75	1179.32442971	121.73671532	34.34129335
39.	1194.59060651	122.52211348	34.56285008
.25	1209.95495809	123.30751165	34.78440681
5.	1225.41748449	124.09290981	35.00596354
.75	1240.97818552	124.87830797	35.22752027
40.	1256.63704143	125.66370614	35.44907701
.25	1272.39411208	126.44910430	35.67063374

PARABOLE. (Voyez *Équation*)

PARALLÉLIPIPÈDE. B=base, H=
V=volume, on a

$$V = B \times H$$

PARALLÉLOGRAMME. B étant la b
hauteur, A l'aire, on a

$$A = B \times H$$

PERMUTATIONS. Le nombre de per
de m, choses permutées p à p, nombre
désignerons par $(m\,P\,p)$, s'obtient par

$$(m\,P\,p) = m(m-1)(m-2)\ldots \times (m-p+1)$$

s'il y a répétition

$$(m\,P\,p) = m^p$$

POLYGONE. a étant le côté d'un po
gulier inscrit, x celui d'un polygone ré
scrit dont le nombre des côtés est dou
rayon du cercle inscrit dans le premier, I
du cercle circonscrit à l'un et à l'autre
relations

$$x^2 = 2R(R-z) \text{ et } z^2 = R^2 - \tfrac{1}{4}$$

y étant le côté d'un polygone régulier c
a le côté d'un polygone régulier inscrit d
nombre de côtés, R le rayon du cercle in
le premier polygone ou circonscrit au se
rayon du cercle inscrit dans le second, c

$$y = \frac{a\,R}{z} \text{ et } z^2 = R^2 - \tfrac{1}{4}a^2$$

Et généralement a étant le côté d'un
inscrit d'un nombre de côtés n, on a
demi-périmètres de ce polygone et de ce
circonscrit semblable, d'une part,

$\frac{1}{2}an$, et de l'autre

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
48.5	1847.45282982	152.36724369	42.98200587
.75	1866.54782267	153.15264186	43.20356261
49.	1885.74099031	153.93804002	43.42511934
.25	1905.83233270	154.72343818	43.64667607
.5	1924.42184986	155.50883635	43.86823280
.75	1943.90954179	156.29423451	44.08978953
50.	1963.49540848	157.07963268	44.31134627
.25	1983.17944995	157.86503084	44.53290300
.5	2002.96166619	158.65042900	44.75445973
.75	2022.74205720	159.43582717	44.97601646
51.	2042.82062298	160.22122533	45.19757319
.25	2062.89736352	161.00662349	45.41912992
.5	2083.07227884	161.79202166	45.64068655
.75	2103.34536893	162.57741982	45.86224338
52.	2123.71663382	163.36281798	46.08380012
.25	2144.18607346	164.14821615	46.30535685
.5	2164.75368786	164.93361431	46.52691358
.75	2185.41947703	165.71901247	46.74847031
53.	2206.18344098	166.50441064	46.97002704
.25	2227.04557969	167.28980880	47.19158377
.5	2248.00589318	168.07520696	47.41314050
.75	2269.06438143	168.86060513	47.63469723
54.	2290.22104445	169.64600329	47.85625386
.25	2311.47588225	170.43140145	48.07781069
.5	2332.82889481	171.21679962	48.29936743
.75	2354.28008215	172.00219778	48.52092416
55.	2375.82944427	172.78759594	48.74248089
.25	2397.47698115	173.57299411	48.96403763
.5	2419.22269280	174.35839227	49.18559436
.75	2441.06657922	175.14379043	49.40715109
56.	2463.00864068	175.92918860	49.62870782
.25	2485.04087637	176.71458676	49.85025455

Soit par exemple 5 le rayon d'un cercle, on aurait pour le côté du triangle équilatéral inscrit

$$5 \times 1.732051 = 8.66.\ldots.$$

PROGRESSION *par différence.* Le premier terme est a, la différence d, le nombre des termes n, le dernier u et la somme s, on trouvera deux de ces quantités connaissant les trois autres au moyen des formules suivantes :

Trouver a.

Connaissant

$n \,.\, d \,.\, u \quad a = u - d\,(n-1)$

$n \,.\, u \,.\, s \quad a = \dfrac{2s - un}{n}$

$n \,.\, d \,.\, s \quad a = \dfrac{2s - dn(n-1)}{2n}$

$u \,.\, d \,.\, s \quad a = \dfrac{d \pm \sqrt{\left[(n2+d)^2 + 8ds\right]}}{2}$

Trouver u.

Connaissant

$a \,.\, d \,.\, n \quad u = a + d(n-1)$

$a \,.\, n \,.\, s \quad u = \dfrac{2s - an}{n}$

$d \,.\, n \,.\, s \quad u = \dfrac{2s + dn(n-1)}{2n}$

$a \,.\, d \,.\, s \quad u = -\dfrac{d \pm \sqrt{\left[(2a-d)^2 + 8ds\right.}}{2}$

SUITE DE LA TABLE.

m.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
64.5	3267.43270920	202.63272615	57.16163668
.75	3292.83088742	203.41812431	57.38319341
65.	3318.30724030	204.20352248	57.60475015
.25	3343.88176802	204.98892064	57.82630688
.5	3369.55447036	205.77431880	58.04786361
.75	3395.32534774	206.55971697	58.26942034
66.	3421.19439974	207.34511513	58.49097707
.25	3447.16162652	208.13051329	58.71253380
.5	3473.22702806	208.91591146	58.93409054
.75	3499.39060438	209.70130962	59.15564727
67.	3525.65235549	210.48670778	59.37720400
.25	3552.01228735	211.27210595	59.59876073
.5	3578.47038197	212.05750411	59.82031746
.75	3605.02665737	212.84290227	60.04187419
68.	3631.68110754	213 62860044	60.26343092
.25	3658.43373248	214.41369860	60.48498765
.5	3685.28453219	215.19909676	60.70654438
.75	3712.23350667	215.98449493	60.92810111
69.	3739.28065592	216.76989309	61.14965785
.25	3766.42597994	217.55529125	61.37121458
.5	3793.66947873	218.34068942	61.59277131
.75	3821.01115229	219.12608758	61.81432804
70.	3848.45100564	219.91148574	62.03588478
.25	3875.98902375	220.69688391	62.25744151
.5	3903.62522162	221.48228207	62.47899824
.75	3931.35959426	222.26768023	62.70055497
71.	3959.19214168	223.05307840	62.92211170
.25	3987.12286386	223.83847656	63.14366843
.5	4015.15176082	224.62387472	63.36522516
.75	4043.27883254	225.40927289	63.58678189
72.	4071.50407903	226.19467105	63.80833862
.25	4099.82750030	226.98006921	64.02989536

Soit par exemple 5 le rayon d'un
rait pour le côté du triangle équila

$$5\times1.732051=8.66..$$

PROGRESSION *par différence.* L
est a, la différence d, le nombre d
dernier u et la somme s, on trouv
quantités connaissant les trois a
des formules suivantes :

Trouver a.

Connaissant

$n \cdot d \cdot u \quad a = u - d(n-1)$

$n \cdot u \cdot s \quad a = \dfrac{2s - un}{n}$

$n \cdot d \cdot s \quad a = \dfrac{2s - dn(n-1)}{2n}$

$u \cdot d \cdot s \quad a = \dfrac{d \pm \sqrt{[(n2 + d}}{2}$

Trouver u.

Connaissant

$a \cdot d \cdot n \quad u = a + d(n-1)$

$a \cdot n \cdot s \quad u = \dfrac{2s - an}{n}$

$d \cdot n \cdot s \quad u = \dfrac{2s + dn(n-1)}{2n}$

$n \cdot d \cdot s \quad u = -\dfrac{d \pm \sqrt{[(2a \cdot}}{2}$

SUITE DE LA TABLE.

Diam	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
80. 5	5089.57644836	252.89820860	71.34126749
.75	5121.23781181	253.68360677	71.56282422
81.	5152.99735004	254.46900493	71.78438096
.25	5184.85506304	255.25440309	72.00593769
.5	5216.81095081	256.03980126	72.22749442
.75	5248.86501335	256.82519942	72.44905115
82.	5281.01725068	257.61059758	72.67060788
.25	5313.26766276	258.39599575	72.89216461
.5	5345.61624962	259.18139391	73.11372134
.75	5378.06301124	259.96679207	73.33527807
83.	5410.60794764	260.75219024	73.55683480
.25	5443.25105880	261.53758840	73.77839153
.5	5475.99234474	262.32298656	73.99994827
.75	5508.83180544	263.10838473	74.22150500
84.	5541.76944092	263.89378289	74.44306173
.25	5574.80525116	264.67918105	74.66461816
.5	5607.93923618	265.46457922	74.88617519
.75	5641.17139596	266.24997738	75.10773192
85.	5674.50173054	267.03537554	75.32928866
.25	5707.93023987	267.82077371	75.55084539
.5	5741.45692397	268.60617187	75.77240212
.75	5775.08178284	269.39157003	75 99395885
86.	5808 80481648	270.17696820	76.21551558
.25	5842.62602489	270.96236636	76.43707232
.5	6876.54540807	271.74776452	76.65862904
.75	5910.56296602	272.53316269	76.88018578
87.	5944.67869874	273.31856085	77.10174251
.25	6978.89260623	274.10395901	77.32329924
.5	6013.20468849	274.88935718	77.54485597
.75	6047.61494552	275 67475534	77.76641270
88.	6082.12337734	276.46015350	77.98796943
.25	6116.72998392	277.24555167	78.20952616

$$= \frac{2an + dn(n-1)}{2}$$

a, n, d $$= \frac{2un - dn(n-1)}{2}$$

Progressions par quotient. Connaissant trois de ces quantités, le plus petit terme a, le plus grand terme u, le nombre des termes n, la somme des termes s, et la raison q, trouver les deux autres.

Connaissant

u, q, n $a = \frac{u}{q^{n-1}}$ $\log. a = \log. u - (n-1) \times \log. q$

u, q, s $a = u \cdot q + \log. (s - u)$

q, n, s $a = \frac{s(q-1)}{q^n - 1}$ ou

$\log. a = \log. s + \log. (q-1) - \log. (q^n - 1)$

u, n, s $a \times (s-a)^{n-1} - u \times (s-u)^{n-1} = 0$

Trouver u.

Connaissant

a, q, n $u = a\, q^{n-1}$; $\log. u = \log. a + (n-1) \times \log. q$

a, q, s $n = \frac{sq - s + a}{q}$ ou $\log. (s-u) = \log. (s-a) - \log. q$

SUITE DE LA TABLE.

Diam.	Aire.	Circonférence.	Côté d'un carré équivalent.
96.5	7313.82404707	303.16369106	85.52089830
.75	7351.82404707	303.94908922	85.74245503
97.	7389.76859584	304.73448738	85.96401176
.25	7427.81131940	305.51988555	86.18556849
.5	7466.95221771	305.30528371	86.40712522
.75	7504.19129079	307.09068187	86.62868195
98.	7542.52853864	307.87608004	86.85023869
.25	7581.96396126	308.66147820	87.07179542
.5	7620.49755865	309.44687635	87.29335215
.75	7658.12933081	310.23227453	87.51490888
99.	7697.85927774	311.01767269	87.73646568
.25	7736.68739944	311.80307085	87.95802234
.5	7775.61369591	312.58846902	88.17957907
.75	7814.63816715	313.37386718	88.40113580
100.	7853.76081315	314.15926535	88.62269254
.25	7893.98163397	314.94466352	88.84424927
.5	7932.30062952	315.73006168	89.06580600
.75	7972.23314494	316.51545984	89.28736273

COMBINAISON. On distingue deux espèces de combinaisons; celles avec répétition et celles sans répétition; si l'on se sert de la notation $(m\ C\ n)$ pour désigner le nombre de combinaisons de m élémens combinés n à n, on a,

Avec répétition,

$$(m\ C\ n) = \frac{m(m+1)(m+2)\ldots(m+n+1)}{1\times 2\times 3\times \ldots\ldots \qquad n}$$

Trouver s.

...nt

q. ... $= \frac{uq - a}{q - 1}$ ou log. $s =$

...og. $(uq - a) -$ log. $(q - 1)$

$$S = \frac{\sqrt[n-1]{u} - a \sqrt[n-1]{a}}{u - \sqrt[n-1]{a}}$$

en calcule ...

1°. $u \sqrt[n-1]{\ldots}$ ... $\sqrt{a}$ 3°. $\sqrt[n-1]{u}$

4°. $\sqrt[n-1]{a}$

par les formules particulières,

$$1^{\circ}.\ \log.\ u \sqrt[n-1]{u} = \log.\ u + \frac{\log.\ u}{n-1}$$

$$2^{\circ}.\ \log.\ a \sqrt[n-1]{a} = \log.\ a + \frac{\log.\ a}{n-1}$$

$$3^{\circ}.\ \log.\ \sqrt[n-1]{u} = \frac{\log.\ u}{n-1}$$

$$4^{\circ}.\ \log.\ \sqrt[n-1]{a} = \frac{\log.\ a}{n-1}$$

$a.n.q.$ $S = \frac{a\,(q^n - 1)}{q - 1}$ ou log. S = log. a + log. $(q - 1)$ — log. $(q - 1)$

$u.n.q.$ $S = \frac{u\,(q^n - 1)}{q^{n-1}(q - 1)}$ ou log. S = log. u + log. $(q^n - 1)$ — log. q^{n-1} — log. $(q - 1)$

Ces formules s'appliquent aux progressions décroissantes en regardant a comme le petit terme, u comme le plus grand, q comme le quotient du plus grand des deux termes consécutifs, divisé par le plus petit.

PRISME. V est le volume, B la base, H la hauteur.

$$V = B \times H$$

PUISSANCE. Table des neuf premières puissances des neuf premiers nombres.

PUISSANCE. — *Table des neuf premières puissances des neuf premiers nombres.*

1re.	2me.	3me.	4me.	5me.	6me.	7me.	8me.	9me.
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	8	16	32	64	128	256	512
3	9	27	81	243	729	2187	6561	19683
4	16	64	256	1024	4096	16384	65536	262114
5	25	125	625	3125	15625	78125	390625	1953125
6	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616	10077696
7	49	343	2401	16807	117649	823543	5764801	40353607
8	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	134217728
9	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	387420489

PYRAMIDE. V est le volume, B la base, H la hauteur.

$$V = \tfrac{1}{3} B \times H.$$

Pyramide (tronc de). A B étant les bases de ce tronc, H sa hauteur, le volume V est

$$V = \tfrac{1}{3} H (A + B + \sqrt{A B})$$

QUADRILATÈRE. Soit A l'aire d'un quadrilatère dont d et d' sont les diagonales, et α l'angle qu'elles forment entre elles.

$$A = \tfrac{1}{2} d d' \sin. \alpha$$

RADICAUX. En général on a 1°. pour l'addition ou la soustraction

$$\pm m \sqrt[n]{a} \pm p \sqrt[n]{a} \pm q \sqrt[n]{a} \ldots\ldots = (\pm m \pm p \pm q) \sqrt[n]{a}$$

2°. Pour la multiplication et la division

$$\sqrt[m]{a} \times \sqrt[m]{b} = \sqrt[m]{a b} \text{ et } \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m]{\frac{a}{b}}$$

3°. Pour les réductions.

$$\sqrt[m]{a^p} = \sqrt[mn]{a^{pn}}$$

par conséquent

$$\sqrt[m]{a} \times \sqrt[n]{b} = \sqrt[mn]{a^n b^m}$$

et

$$\frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[mn]{\frac{a^n}{b^m}} = \sqrt[mn]{a^n b^{-m}}$$

l'élévation aux diverses puissances, on a

$$(\sqrt[m]{a})^n = \sqrt[m]{a^n}$$

et pour l'extraction des racines

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[mn]{a}$$

n voudra faire entrer sous le radical le si-
précède, on se rappellera le principe

$$b\sqrt[m]{\quad} \qquad \sqrt[m]{a\,b^m}$$

Cet autre pri ervir à simplifier quel-
quefois le calc

$$\sqrt[\quad]{\quad} \qquad \sqrt[m]{a^n}$$

RAPPORT ESURES ANCIENNES ET
S.

Un mètre = o [illegible] = a log. a = 1,7101800
Un mètre = 3 pieds, 0,7044 = b log. b = 0,4883313
Une toise = 1.949037 mètres = c log. c = 0,2898200
Un pied = 0.3248394 mèt. = d log. d = $\overline{1}$.5116687
M mètres = ($a \times$ M) toises = ($b \times$ M) pieds.
T toises = ($c \times$ T) mètres.
P pieds = ($d \times$ P) mètres.
Un are = 26.3245 toises carrées log. = 1,4203600
Un hectare = 2.924943 arpens log. 0.4661175
Une toise car. = 3.798744 mèt. car. log. 0,5796400
Un pied carré = 10.552 décimètres carrés.
Une toise cub. = 7.40389 mèt. cub. log. 0,8694598
Une livre = 4.8951 hecto. = h log. h = 0,6897614
Un kilog. = 2.04286 livr. = l log. l = 0,3102386
L livres = ($h \times$ L) hecto.
K kilog. = ($l \times$ K) livres.

Rapport de la circonférence au diamètre. (Voyez *Circonférence*.)

RENCONTRE de deux droites $y = ax + b$ $y' = a'x + b'$.

Les coordonnées de ce point sont

$$x = \frac{b' - b}{a - a'} \qquad y = \frac{a\,b' - a'\,b}{a - a'}$$

SECTEUR. Segment de cercle. R est le rayon, α l'angle qui détermine le secteur et le segment correspondant exprimé en degrés et fraction de degrés

$$\text{l'aire du secteur} = \tfrac{1}{2}\,R \times \frac{\pi\,R^2\,\alpha}{360}$$

$$\text{aire du segment} = \tfrac{1}{2}\,R\left(\frac{\pi\,\alpha}{180} - \sin.\,\alpha\right)$$

SINUS. Valeur du sinus d'un arc dont la longueur est α (ne point confondre ici la longueur avec le nombre de degrés, voyez *Arc*) dans le cercle dont le rayon est 1.

$$\sin.\,\alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{2 \times 3} + \frac{\alpha^5}{2.3.4.5} - \frac{\alpha^7}{2.3.4.5.6.7} + \ldots\ldots$$

SOUS-NORMALE, SOUS-TANGENTE dans la parabole. x' étant l'abscisse du point par lequel passe la normale, p étant le demi-paramètre.

Longueur de la sous-tangente $= 2\,x'$.

Longueur de la sous-normale $= p$.

Dans l'ellipse, a étant toujours le $\frac{1}{2}$ grand axe, b le demi-petit axe et x' l'abscisse du point par lequel passe la normale, on a

$$\text{Longueur de la sous-tangente } \frac{a^2 - x'^2}{x'}$$

$$\text{Longueur de la sous-normale } \frac{b^2\,x'}{a^2}$$

Dans l'hyperbole

$$\textit{sous-tangente} = \frac{x'^2 - a^2}{x'}$$

nées, si l'escompte est fixé à tant pour 10
et en mois ou fractions de mois si l'escon
fixé à tant pour 100 par mois. Nous appell
temps t, ce qui reste après l'escompte fa
qui revient à celui qui fait escompter =
les relations suivantes

$$r = a\left(\frac{d}{d+it}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{100\,d}{100+}$$

$$a = r\left(\frac{d+it}{d}\right) \quad \text{ou} \quad r\left(1+\frac{}{1}\right.$$

$$i = d\left(\frac{a-r}{rt}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{a-r}{rt} \times 1$$

$$t = d\left(\frac{a-r}{ir}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{a-r}{ir} \times 1$$

(Voyez *Intérêt.*)

EXPOSANS (*principes du calcul des*).

1°. $a\,a\,a\,b\,b\,c\,c = a^3\,b^2\,c^2$

2°. $a^{\pm m} = \frac{1}{a^{\mp m}}$

3°. $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

4°. $a^{\frac{m}{n}} = \frac{a^{mp}}{a^{np}}$

Multiplication.

$a^m \times a^{-n} = a^{m-n}$; $a^{\frac{m}{n}} \times a^{\frac{p}{q}} = a^{\frac{m}{n}+}$

$= a^{\frac{mq+np}{nq}}$

$$a^m \times a^n = a^{m+n}; \quad a^{-m} \times a^{-n} = a^{-m-n};$$

Division.

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \text{ (si } n = m \text{ on a } a^0 = 1);$$

$$\frac{a^{-m}}{a^{-n}} = a^{n-m}; \quad \frac{a^m}{a^{-n}} = a^{m+n};$$

$$\frac{a^{\frac{m}{n}}}{a^{\frac{p}{q}}} = a^{\frac{m}{n}-\frac{p}{q}} = a^{\frac{mq-np}{nq}}$$

FACTEURS.

TABLE *de facteurs usuels :* p *désigne la circonférence d'un cercle dont le diamètre est* 1.

p = 3.1415926535897932384626433832795028841971693993751058209749445923078164062862089986280348253421170679821480865132823066470938446 +

$2p$.... 6.2831853071795864769252867665590

$4p$.... 12.566370614359172953850573533118

$\frac{1}{2}p$.... 1.5707963267948966192313216916398

$\frac{1}{3}p$.... 0.7853981633974483096156608458199

$\frac{4}{3}p$.... 4.1887902047863909846168578443727

$\frac{1}{4}p$.... 0.5235987755982988730771072305465

$\frac{1}{5}p$.... 0.3926990816987241548078304229099

$\frac{1}{12}p$.... 0.2617993877991494365385536152733

$\frac{1}{100}p$.... 0.0087266462599716478846184538424

$\frac{1}{p}$.... 0.3183098861837906715377675267450

$\frac{2}{p}$.... 0.6366197723675813430755350534900

Pour un arc de

1 quad. $+a$ le sin. $=$ cos. a, le cos. $=-$ sin. a

2 quad. $+a$ le sin $=-$ sin. a, le cos. $=-$

3 quad. $+a$ le sin. $=-$ cos. a, le cos. $=-$

$\sin. \frac{1}{5} q = \frac{1}{2} R$, $\cos. \frac{1}{3} q = \frac{1}{2} R \sqrt{3}$, $\tang. \frac{1}{3} q = \frac{R}{\sqrt{3}}$, $\cot. \frac{1}{3} q = R\sqrt{3}$

$\sin. \frac{1}{7} q = \frac{1}{2} R \sqrt{3}$, $\cos. \frac{1}{6} q = \frac{1}{2}$ $\cot. \frac{1}{7} q = \frac{R}{\sqrt{3}}$

$\tang. 45^\circ = R = \cot$

$\tang. 135^\circ = -R = \cot.$ $= -\cos. 135^\circ$

Valeurs des sinus et cosinus de la somme de deux arcs α, β.

$$\sin. (\alpha \pm \beta) = \sin. \alpha \cos. \beta \pm \sin. \beta \cos. \alpha$$
$$\cos. (\alpha \pm \beta) = \cos. \alpha \cos. \beta \mp \sin. \alpha \sin. \beta$$

Valeurs du sinus et du cosinus du double de l'arc α.

$$\sin. (2\alpha) = \sin. \alpha \cos. \alpha$$
$$\cos. (2\alpha) = \cos.^2 \alpha - \sin.^2 \alpha = 2\cos.^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin.^2 \alpha$$

Valeurs du sinus et du cosinus de la moitié d'un arc α.

$$\sin. \tfrac{1}{2} \alpha = \sqrt{\left(\frac{1 - \cos. \alpha}{2}\right)} \qquad \cos. \tfrac{1}{2} \alpha = \sqrt{\left(\frac{1 + \cos. \alpha}{2}\right)}$$

TABLE USUELLE

Valeur de la tangente de la somme ou de la différence de deux arcs α et β.

$$\text{tang. } (\pm\beta) = \frac{\text{tang. } \pm\alpha \quad \text{tang. } \beta}{\text{tang. } 1 \mp \alpha \text{ tang. } \beta}$$

on a pour la tangente du double de l'arc α

$$\text{tang. } (2\alpha) = \frac{2 \text{ tang. } \alpha}{1 - \text{tang}^2. \alpha}$$

et pour celle de la moitié de l'arc α

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}\alpha = \sqrt{\left(\frac{1 - \cos. \alpha}{1 + \cos. \alpha}\right)} = \frac{1 - \cos. \alpha}{\sin. \alpha}$$

enfin

$$\frac{\sin. \alpha + \sin. \beta}{\sin. \alpha - \sin. \beta} = \frac{\text{tang. } \frac{1}{2}(\alpha + \beta)}{\text{tang. } \frac{1}{2}(\alpha - \beta)}$$

Résolution des triangles rectilignes rectangles.

A est l'angle droit, B, C les angles aigus, a l'hypothénuse, b, c les côtés opposés aux angles aigus, le rayon étant 1, on a

$$a^2 = b^2 + c^2$$
$$b = a \cos. C$$
$$c = b \text{ tang. } C$$

Résolution des triangles obliquangles.

A B C désignant toujours les trois angles, a b c les côtés qui leur sont opposés.

Étant donnés a B C, on obtient

$$\text{A par } A = 180 - (B + C)$$
$$b = \frac{a \sin. B}{\sin. A}$$
$$c = \frac{a \sin. C}{\sin. A}$$

Étant donnés c a A

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a} \qquad B = 180 - (A + C)$$

$$\text{enfin } b = \frac{a \text{ sin. B}}{\text{sin. A}}$$

Comme sin. C répond à deux arcs, on pourrait être embarrassé pour savoir lequel de ces arcs convient au cas dont il s'agit, or

$$\text{si A} > 90^\circ \text{ et } a > c, \text{ on a C} < 90^\circ$$

Étant donnés bc A, on cherchera d'abord la valeur de $\frac{1}{2}$ (C—B) que nous appelons n, au moyen de l'équation.

$$\text{tang. } n = \frac{c - b}{c + b} \text{ cot. } \tfrac{1}{2} \text{ A}$$

De cette valeur on tirera celle de $\frac{1}{2}$ (C+B) que nous nommerons m, au moyen de

$$\tfrac{1}{2} (C+B) = 90^\circ - \tfrac{1}{2} A$$

et l'on aura

$$C = m + n \text{ et } B = m - n$$

$$a = \frac{b \text{ sin. A}}{\text{sin. B}} \qquad \text{ou} = \frac{c \text{ sin. A}}{\text{sin. C}}$$

Étant donnés a. b. c

$$\text{on cherchera } p = \frac{a+b+c}{2}$$

et l'on déduira A de

$$\text{sin. } \tfrac{1}{2} \text{ A} = \sqrt{\left[\frac{(p-b)(p-c)}{bc}\right]}$$

$\frac{1}{2}$ A est toujours $< 90^\circ$

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a}$$

$$B = 180 - (A + C)$$

TABLE *indiquant l'accroissement depuis un an jusqu'à cinquante ans, et année par année, d'une somme de* 1000 *fr., placée à l'intérêt composé de* 2, 3, 4, 5 *et* 6 *pour* 100 *par an.*

ANNÉES	2 p. 0/0	3 p. 0/0	4 p. 0/0	5 p. 0/0	6 p. 0/0
1	1020	1020	1040	1050	1060
2	1040,40	1060,90	1081,60	1102,50	1123,60
3	1061,21	1092,73	1124,86	1157,63	1191,02
4	1082,43	1125,51	1169,86	1215,51	1262,48
5	1104,08	1159,27	1216,65	1276,28	1338,23
6	1126,16	1194,05	1265,32	1340,10	1418,52
7	1148,69	1229,87	1315,93	1407,10	1503,63
8	1171,66	1266,77	1368,57	1477,46	1593,85
9	1195,09	1304,77	1423,31	1551,33	1689,48
10	1218,99	1343,92	1480,24	1628,89	1790,85
11	1243,37	1384,23	1539,45	1710,34	1898,30
12	1268,24	1425,76	1601,03	1795,86	2012,20
13	1293,61	1468,53	1665,07	1885,65	2132,93
14	1316,48	1512,59	1731,68	1979,93	2260,90
15	1345,87	1557,97	1800,94	2078,93	2390,56
16	1372,79	1604,71	1872,98	2182,87	2540,35
17	1400,24	1652,75	1947,90	2292,02	2692,77
18	1428,25	1702,43	2025,82	2406,62	2854,34
19	1456,81	1753,51	2106,85	2526,95	3020,60
20	1485,95	1806,11	2191,12	2653,30	3207,14
21	1515,67	1860,29	2278,77	2785,96	3399,56
22	1545,98	1916,10	2369,92	2925,26	3603,54
23	1576,90	1973,59	2464,72	3071,52	3819,75
24	1608,44	2032,79	2563,30	3225,10	4048,93
25	1640,61	2093,78	2665,84	3386,35	4291,87
26	1673,42	2156,59	2772,47	3555,67	4549,38
27	1706,89	2221,29	2883,37	3733,46	4822,35

Étant donnés $c\ a$ A

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a} \qquad B = 180 - (A + C)$$

$$\text{enfin } b = \frac{a \text{ sin. B}}{\text{sin. A}}$$

Comme sin. C répond à deux arcs, on pourrait être embarrassé pour savoir lequel de ces arcs convient au cas dont il s'agit, or

$$\text{si } A > 90^\circ \text{ et } a > c, \text{ on a } C < 90^\circ$$

Étant donnés bc A, on cherchera d'abord la valeur de $\frac{1}{2}$ (C—B) que nous appelons n, au moyen de l'équation.

$$\text{tang. } n = \frac{c - b}{c + b} \text{ cot. } \tfrac{1}{2} A$$

De cette valeur on tirera celle de $\frac{1}{2}$ (C+B) que nous nommerons m, au moyen de

$$\tfrac{1}{2}(C+B) = 90^\circ - \tfrac{1}{2} A$$

et l'on aura

$$C = m + n \text{ et } B = m - n$$

$$a = \frac{b \text{ sin. A}}{\text{sin. B}} \qquad \text{ou} = \frac{c \text{ sin. A}}{\text{sin. C}}$$

Étant donnés $a. b. c$

$$\text{on cherchera } p = \frac{a + b + c}{2}$$

et l'on déduira A de

$$\text{sin. } \tfrac{1}{2} A = \sqrt{\left[\frac{(p-b)(p-c)}{bc}\right]}$$

$\frac{1}{2}$ A est toujours $< 90^\circ$

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a}$$

$$B = 180 - (A + C)$$

Si le triangle est isoscèle, A étant l'angle du sommet et a la base; comme $b=c$ la valeur du sin. $\frac{1}{2}$, A devient

$$\text{sin. } \tfrac{1}{2}\,A = \frac{(p-b)}{b} \text{ puis}$$

$$B=C=90^{o}-\tfrac{1}{2}\,A.$$

Trigonométrie sphérique.

Soient A. B. C les angles et a b c les côtés d'un triangle sphérique, on a toujours

$$a+b+c<360^{o} \text{ et}$$

$$A+A+C<6\times 90^{o} \text{ et} >2\times 90^{o}$$

$$\frac{\text{sin. A}}{\text{sin. } a}=\frac{\text{sin. B}}{\text{sin. } b}=\frac{\text{sin. C}}{\text{sin. } c}$$

$$\text{cos. } a=\text{cos. } b\text{ cos. } c+\text{sin. } b\text{ sin. } c\text{ cos. A}$$
$$\text{cos. } b=\text{cos. } a\text{ cos. } c+\text{sin. } a\text{ sin. } c\text{ cos. B}$$
$$\text{cos. } c=\text{cos. } a\text{ cos. } b+\text{sin. } a\text{ sin. } b\text{ cot. C}$$

on a aussi

$$-\text{cos. C}=\text{cos. A cos. B}-\text{sin. A sin. B cos. } c$$
$$\text{sin. } a\text{ cos. } c=\text{sin. } c\text{ cos. } a\text{ cos. B}+\text{sin } b\text{ cos. C}$$
$$\text{sin. } a\text{ cot. } c=\text{cos. } a\text{ cos. B}+\text{sin. B cot. C}$$

Résolution des triangles sphériques rectangles.

C étant l'angle droit, selon qu'on aura telles ou elles autres parties du triangle. on le résoudra complétement au moyen des équations suivantes :

$$\text{sin. } b=\text{sin } c\text{ sin. B}$$
$$\text{cos. } c=\text{cos. } a\text{ cos. } b$$
$$\text{cos. } c=\text{cot. A cot. B}$$
$$\text{tang. } a=\text{tang. } c\text{ cos. B}$$
$$\text{tang. } b=\text{tange B sin. } a$$
$$\text{cos. A}=\text{cos. } a\text{ sin. B}$$

m des triangles sphériques obliquangles.

it donnés $a.\ b.\ c$, trouver A. B. C.

Faisons $p = \frac{a+b+c}{2}$ on aura

C par ıe des trois relations,

$$\text{tang.}^2 \tfrac{1}{2} C = \frac{\sin.(p-a)\sin.(p-b)}{\sin. a \sin. b}$$

$$\frac{\sin. p \sin.(p-c)}{\text{. } a \sin. b}$$

$$\text{tang.}^2 \tfrac{1}{2} C = \frac{-a)\sin.(b-b)}{p \sin.(p-c)}$$

On cherchera alors valeur auxiliaire k au moyen de

$$\text{tang.}^2 \tfrac{1}{2} k = \text{tang.}^2 \tfrac{1}{2}(a-b)\cot.\tfrac{1}{2}c.$$

tres valeurs auxiliaires

$\frac{1}{2}(a+$ appelons la première t et la seconde s, et l'on obtiendra A et B par

$$\cos. A = \text{tang. } s \cot. b$$
$$\cos. B = \text{tang } t \cot. a$$

II. Étant donnés A. B. C, trouver c.

Faisant $k = \frac{A+B+C}{2}$ on a

$$\cos.^2 \tfrac{1}{2} c = \frac{\cos.(k-A)\cos.(k-B)}{\sin. A \sin. B}$$

III. Étant donné ac et l'angle compris B, on aura le côté b opposé à B par

$$\cos. b = \frac{\cos. c}{\cos. \varphi} \times \cos.(a-\varphi)$$

φ étant un angle auxiliaire qu'on déterminera d'abord par

$$\text{tang. } \varphi = \text{tang. } c \cos. B.$$

C s'obtiendra par

$$\text{cot. } C = \frac{\text{cot. } B}{\text{sin. } \varphi} \times \text{sin. } (a - \varphi)$$

Ou bien les équations suivantes donneront à la fois et C

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(A + C) = \text{cot. } \tfrac{1}{2} B \times \frac{\text{cos. } \frac{1}{2}(a - c)}{\text{cos. } \frac{1}{2}(a + c)}$$

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(A - C) = \text{cot. } \tfrac{1}{2} B \times \frac{\text{sin. } \frac{1}{2}(a - c)}{\text{sin. } \frac{1}{2}(a + c)}$$

IV. Étant donnés B C et le côté compris a, le côté c opposé à C sera donné par

$$\text{cot. } c = \frac{\text{cot. } a}{\text{cos. } \varphi} \times \text{cos. } (B - \varphi)$$

φ étant comme ci-dessus un angle auxiliaire qu'on obtient par

$$\text{cot. } \varphi = \text{cos. } a \text{ tang. } C.$$

Pour l'angle A opposé au côté donné a, on a d'abord
l'équation auxiliaire cot. φ = cos. $a \times$ tang. B, puis

$$\text{cos. } A = \frac{\text{cos. } B}{\text{sin. } \varphi} \times \text{sin. } (C - \varphi)$$

V. Étant donnés b, c et un angle opposé B, on obtient a par
l'équation auxiliaire tang. φ = tang. c cos. B, puis

$$\text{cos. } (a - \varphi) = \frac{\text{cos. } \varphi \text{ cos. } b}{\text{cos. } c}$$

L'angle A formé par b et c, est donné par

$$\text{cot. } \varphi = \text{cos. } c \text{ tang. } B \text{ et}$$
$$\text{cos. } (a - \varphi) = \text{cos. } \varphi \text{ tang. } c \text{ cot. } b$$

Enfin C se tire de

$$\frac{\text{sin. } A}{\text{sin } a} = \frac{\text{sin. } B}{\text{sin. } b} = \frac{\text{sin. } C}{\text{sin. } c}$$

VI. Étant donnés B et C et c, on a pour a

$$\text{tang. } \varphi = \text{tang. } c \cos. B$$
$$\sin. (a - \varphi) = \sin. \varphi \text{ tang. } B \cot. C$$

pour b on a

$$\sin. b = \frac{\sin. B \sin. c}{\sin. C}$$

A s'obtient par

$$\cot. \varphi = \cos. c \text{ tang. } B$$
$$\sin. (A - \varphi) = \frac{\sin. \varphi \cos. C}{\cos. B}$$

Triangle isocèle. B angle du sommet, b la ba
a un des deux côtés égaux, A un des deux ang
égaux, on obtient tout le reste par

$$\sin. \tfrac{1}{2} b = \sin. \tfrac{1}{2} B \sin. a$$
$$\cos. a = \cot. \tfrac{1}{2} B \cot. A$$
$$\text{tang. } \tfrac{1}{2} b = \text{tang. } a \cos. A$$
$$\cos. \tfrac{1}{2} B = \cos. \tfrac{1}{2} b \sin. A$$

FIN.

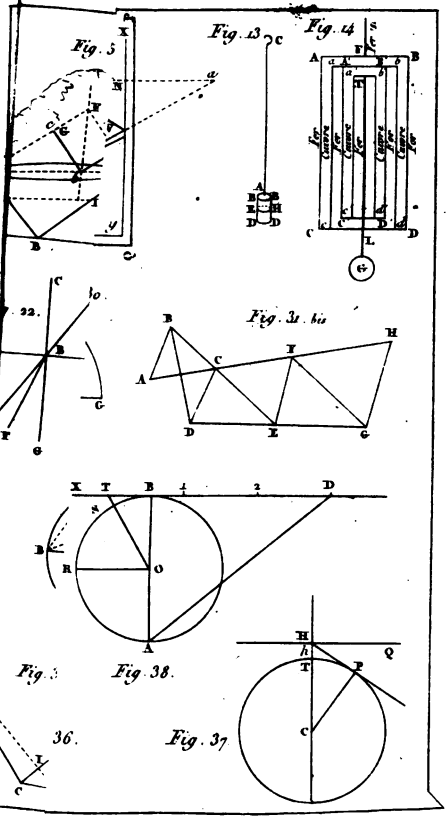


Fig. 5
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 32.
Fig. 31. bis
Fig. 38.
Fig. 37
36.

$q.n.s.$ $\quad u = \dfrac{s\,q^{n-1}\,(q-1)}{q^n-1}$ ou $\log. u = \log. s + (n-1) \times \log. q + \log.(q-1) - \log.(q^n-1)$

$a.n.s.$ $\quad u\,(s-u)^{n-1} - a\,(s-a)^{n-1} = o$

Trouver q.

Connaissant

$a.u.n.$ $\quad q = \sqrt[n-1]{\dfrac{u}{a}}$ ou $\log. q = \dfrac{\log. u - \log. a}{n-1}$

$a.u.s.$ $\quad q = \dfrac{s-a}{s-u}$ ou $\log. q = \log.(s-a) - \log.(s-u)$

$a.n.s.$ $\quad a\,q^n - s\,q + s - a = o$

$u.n.s.$ $\quad q^n - \dfrac{s\,q^{n-1}}{s-u} + \dfrac{u}{s-u} = o$

Trouver n.

Connaissant

$a.u.q.$ $\quad n = 1 + \dfrac{\log. u - \log. a}{\log. q}$

$a.u.s.$ $\quad n = 1 + \dfrac{\log. u - \log. a}{\log.(s-a) - \log.(s-u)}$

$a.q.s.$ $\quad n = \dfrac{\log.(a + s\,q - s) - \log. a}{\log. q}$

$u.q.s.$ $\quad n = 1 + \dfrac{\log. u - \log.(s - s\,q + u\,q)}{\log. a}$

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, celle de l'air étant prise pour unité . . Page 86
Liquides. Celle l'eau étant 1. 87
Solides . . . . . *ibid.*
De l'Ecoulement de l'eau 94
Vitesse par seconde, et Hauteurs de Chutes correspondantes exprimées en mètres. . . . 95
Table des Vitesses de l'eau qui s'écoule dans les Tuyaux. 98
Jets d'eau. 99
PNEUMATIQUE. 100
Tableau des Pressions que supporte un mètre carré de surface, suivant les hauteurs du baromètre. 102
Usage du Baromètre pour la mesure des Hauteurs. *ibid.*
Application à l'une des opérations de M. Ramond sur le Puy-de-Dôme. 103
Table pour calculer la hauteur des Montagnes d'après les observations barométriques. . 104
Table première. 105
Table deuxième. 109
Table troisième. 110
Table quatrième. 112
Type du calcul. . . . . *ibid.*
DILATATION. 116
Table des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances, depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition, d'après MM. Laplace et Lavoisier. 117
Application curieuse de la Dilatation des solides. . 121
ACOUSTIQUE. 125
Vibration des Cordes. 126
DE LA LUMIÈRE 138
Réflexion de la Lumière. 141
Réfraction de la Lumière. 147
Des Verres sphériques. 149
Grandeur des Images. 150
Des lentilles. . . . . *ibid.*
Grandeur des Images dans les Lentilles. . . . 151
ANAMORPHOSES. 160

Du Calendrier. . . . . Page 168
Tableau de la correspondance entre les Nombres d'or et les Epactes 181
Calendrier Grégorien, perpétuel. 186
Calendrier Romain 195
Gnomonique 207
Tracer une méridienne. 208
Cadran équinoxial 210
Cadran horizontal. 211
Cadrans verticaux. 213
Cadran méridional . . . . . *ibid.*
Cadran oriental. 214
Cadran occidental. . . . . *ibid.*
Cadran vertical déclinant. 215
Cadran horizontal. 218
Angles que les lignes horaires d'un cadran horizontal pour la latitude de Paris font avec la méridienne. . . . . *ibid.*
Angles que les lignes horaires d'un cadran horizontal pour la latitude de Paris font avec la ligne de six heures. 219
Cadran vertical déclinant. . . . . *ibid.*
Table des jours de l'année moyenne auxquels une montre réglée doit avancer ou retarder d'un nombre entier de minutes sur le midi du soleil. 222
Table des Longitudes et des Latitudes des principales villes du globe 224
Notions de Levé des plans et de Nivellement. 232
Réduction au centre de la Station. 235
Réduction à l'horizon. 236
Nivellement. 242
Table des Hauteurs du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, et des Abaissemens causés par la Réfraction, depuis la distance de 20 mètres jusqu'à celle de 10000 . . . 243
Géométrie pratique et Problèmes divers. —Mesurage des Bois. 255
Mesurer le Diamètre intérieur d'un Tube capillaire. 257
Piles de Boulets. . . . . . ibid.

Jaugeage. . . . . Pag
Trouver la capacité d'un Broc. . . . . .
Problèmes divers. . . . . .
Quadrature du Cercle. . . . . .
Degrés de Réaumur en Degrés centigrades. .
Degrés centigrades en Degrés de Réaumur. . .
Table des Vitesses du Vent . . . . . .
Table des Températures moyennes de quelques unes des principales villes en degrés du Thermomètre centésimal.. . . . . .
TABLE USUELLE D'APPLICATIONS MATHÉMATIQUES. .
Tableau indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque année, pendant un nombre quelconque d'années, depuis un an jusqu'à 50, pour éteindre un prêt ou un emprunt de 1000 fr., avec les intérêts composés à 2, 3, 4, 5, 6 pour 0/0 l'an. . . . .
Tableau indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque semestre, pendant un nombre quelconque de semestres, depuis 4 jusqu'à 20, pour éteindre un prêt ou un emprunt de 1000 fr., avec les intérêts compris, à 5, 6, 7, 8, 9, 10 pour 0/0 l'an.. .
Table des Cercles de diamètres 1 à 100 de leurs aires, de leurs circonférences, et de la longueur du côté d'un carré équivalent.. .
Table de Facteurs usuels. . . . . .
Table indiquant l'accroissement depuis un an jusqu'à 50 ans, et année par année, d'une somme de 1000 fr. placée à l'intérêt composé de 2, 3, 4, 5 et 6 pour 0/0 par an. .
Table des neuf premières Puissances des neuf premiers nombres. . . . . .
RAPPORT de quelques mesures anciennes et nouvelles. . . . . .

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PYRAMIDE. V est le volume, B la base, H la hauteur.

$$V = \frac{1}{3} B \times H.$$

Pyramide (tronc de). A B étant les bases de ce tronc, H sa hauteur, le volume V est

$$V = \frac{1}{3} H (A + B + \sqrt{A B})$$

QUADRILATÈRE. Soit A l'aire d'un quadrilatère dont d et d' sont les diagonales, et α l'angle qu'elles forment entre elles.

$$A = \frac{1}{2} d d' \sin. \alpha$$

RADICAUX. En général on a 1°. pour l'addition ou la soustraction

$$\pm m \sqrt[n]{a} \pm p \sqrt[n]{a} \pm q \sqrt[n]{a} \ldots\ldots = (\pm m \pm p \pm q) \sqrt[n]{a}$$

2°. Pour la multiplication et la division

$$\sqrt[m]{a} \times \sqrt[m]{b} = \sqrt[m]{a b} \text{ et } \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m]{\frac{a}{b}}$$

3°. Pour les réductions.

$$\sqrt[m]{a^p} = \sqrt[mn]{a^{pn}}$$

par conséquent

$$\sqrt[m]{a} \times \sqrt[n]{b} = \sqrt[mn]{a^n b^m}$$

et

$$\frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[mn]{\frac{a^n}{b^m}} = \sqrt[mn]{a^n b^{-m}}$$

Jaugeage. . . . . Page 259
Trouver la capacité d'un Broc. 261
Problèmes divers. 263
Quadrature du Cercle. 268
Degrés de Réaumur en Degrés centigrades. . . 276
Degrés centigrades en Degrés de Réaumur. . . *ibid.*
Table des Vitesses du Vent 277
Table des Températures moyennes de quelques-unes des principales villes en degrés du Thermomètre centésimal. 278
TABLE USUELLE D'APPLICATIONS MATHÉMATIQUES. . 279
Tableau indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque année, pendant un nombre quelconque d'années, depuis un an jusqu'à 50, pour éteindre un prêt ou un emprunt de 1000 fr., avec les intérêts composés à 2, 3, 4, 5, 6 pour 0/0 l'an. 281
Tableau indiquant l'annuité que l'on doit recevoir ou payer à la fin de chaque semestre, pendant un nombre quelconque de semestres, depuis 4 jusqu'à 20, pour éteindre un prêt ou un emprunt de 1000 fr., avec les intérêts compris, à 5, 6, 7, 8, 9, 10 pour 0/0 l'an. . . 283
Table des Cercles de diamètres 1 à 100 de leurs aires, de leurs circonférences, et de la longueur du côté d'un carré équivalent. . . 287
Table de Facteurs usuels. 305
Table indiquant l'accroissement depuis un an jusqu'à 50 ans, et année par année, d'une somme de 1000 fr. placée à l'intérêt composé de 2, 3, 4, 5 et 6 pour 0/0 par an. . 309
Table des neuf premières Puissances des neuf premiers nombres. 320
RAPPORT de quelques mesures anciennes et nouvelles. 322

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

FÉVRIER 1836.

N. B. *Comme il existe à Paris deux libraires du nom de* ROBERT, *l'on est prié de bien indiquer l'adresse.*

COLLECTION DE MANUELS

FORMANT UNE

ENCYCLOPÉDIE

DES

Sciences et Arts,

FORMAT IN-18;

PAR UNE REUNION DE SAVANS ET DE PRATICIENS,

MM. AMOROS, ARSENNE, BIRET, BISTON, BOISDUVAL, BOITARD, BOSC, BOYARD, CAHEN, CHAUSSIER, CHORON, Paulin DÉSORMEAUX, JANVIER, JULIA-FONTENELLE, JULIEN, LACROIX LANDRIN, LAUNAY, Sébastien LENORMAND, LESSON, LORIOL, MATTER, NOEL, RANG, RICHARD, RIFFAULT, SCRIBE, TARBÉ, TERQUEM, THILLAYE, TOUSSAINT, TREMERY, VANQUELIN, VERGNAUD, etc., etc.

Depuis que les Sciences exactes ont, par leur application à l'Agriculture et aux Arts, contribué si puissamment au développement de l'Industrie agricole et de l'Industrie manufacturière, leur étude est devenue un besoin pour toutes les classes de la société. Les Mathématiques, la Physique, la Chimie, sont des sciences qu'il n'est plus permis d'ignorer; aussi les traités de ce genre sont-ils aujourd'hui dans les mains des artisans et dans celles des gens du monde. Mais on a généralement reconnu que la cherté de ces sortes de livres est un grand empêchement à leur propagation, et que la rédaction n'a pas toujours la clarté et la simplicité nécessaires pour faire pénétrer promptement dans l'esprit les principes qu'ils exposent. C'est pour remédier à ces deux inconvéniens que nous avons entrepris de publier, sous le titre de *Manuels*, des Traités vraiment élémentaires, dont la réunion formera une Encyclopédie portative des Sciences et des Arts, dans laquelle les agriculteurs, les fabricans, les manufacturiers et les ouvriers en tout genre trouveront tout ce qui les concerne, et par-là seront à *même d'acquérir à peu de frais toutes les connaissances qu'ils doivent avoir pour exercer avec fruit* leur profession.

Les professeurs, les élèves, les amateurs et les gens du monde pourront p
ser des connaissances aussi solides qu'instructives.

Plusieurs de nos manuels sont arrivés en peu de temps à plusieurs édition
un si grand succès est une preuve évidente de leur utilité ; aussi sommes-nou
décidés à en continuer la publication avec toute la célérité possible. La pub
tion des volumes à faire paraître est fort avancée, et nous croyons pouvoir pr
mettre que cette intéressante Collection sera terminée avant peu.

La meilleure preuve que nous puissions donner de l'utilité et de la bon
de cette Encyclopédie populaire, c'est le succès prodigieux des divers Traité
parus.

Cette entreprise étant toute philantropique, les personnes qui auraient quel
que chose à faire parvenir, dans l'intérêt des sciences et des arts, sont prié
l'envoyer *franco* à M. le *Directeur de l'Encyclopédie in-18*, chez Roret, libraire
rue Hautefeuille, n° 10 *bis*, au coin de celle du Battoir, à Paris.

*Tous les Traités se vendent séparément. Un grand nombre est en vente, les au
paraîtront successivement. Pour les recevoir franc de port, on ajoutera 50 cent
par volume e in-18.*

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE
DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 *bis*, AU COIN DE LA RUE DU BATTOIR.

N. B. *Comme il existe à Paris deux libraires du nom de* RORET, *l'on est prié de bien indiquer l'adresse.*

MANUEL D'ALGÈBRE, ou Exposition élémentaire des principes de cet science à l'usage des personnes privées des secours d'un maître, par M. TE QUEM, docteur ès-sciences, officier de l'Université, professeur aux Écoles roy les, etc. *Deuxième édition.* Un gros volume. 3 fr. 50

— **DE L'AMIDONNIER ET DU VERMICELLIER**, auquel on a joi tout ce qui est relatif à la fabrication des produits obtenus avec la pomme d terre, les marrons d'Inde, les châtaignes, et toutes les autres plantes connu pour contenir quelque substance alimacée ou féculente; par M. MORIN. Un vo orné de figures. 3 f

— **D'ARCHITECTURE**, ou Traité général de l'art de bâtir; par M. TOU SAINT, architecte. *Seconde édition.* Deux gros volumes ornés d'un grand nomb de planches. 7 f

— **DE L'ARMURIER, DU FOURBISSEUR ET DE L'ARQUEBUSIER** ou Traité complet et simplifié de ces arts; par M. PAULIN DÉSORMEAUX. Un vo orné de planches. 3 f

— **D'ARPENTAGE**, ou Instruction sur cet art et sur celui de lever l plans; par M. LACROIX, membre de l'Institut. *Cinquième édition.* Un vol. orn de planches. 2 fr. 50

— **SUPPLÉMENTAIRE D'ARPENTAGE**, ou Recueil d'exemples pr tiques pour les différentes opérations d'arpentage et de levé des plans; p MM. HOCART père et fils. Un vol. orné de *Modèles de topographie* et de beaucou de figures.

— **D'ARITHMÉTIQUE DÉMONTRÉE**, à l'usage des jeunes gens qui d stinent au commerce, et de tous ceux qui désirent se bien pénétrer de cet science: par M. COLLIN, et revu par M. B.... ancien élève de l'École Polytech nique. Un vol. *Neuvième édition.* 2 fr. 50

— **COMPLÉMENTAIRE D'ARITHMÉTIQUE**, ou Recueil de problèm et de solutions, par M. TARBEY, professeur. Un vol.

— **DE L'ARTIFICIER**, ou l'Art de faire toutes sortes de feux d'artifice peu de frais, et d'après les meilleurs procédés, contenant les Élémens de Pyrotechnie civile et militaire, leur application pratique à tous les artifice connus jusqu'à ce jour, et à de nouvelles combinaisons fulminantes; p M. VERGNAUD, capitaine d'artillerie. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 3 f

— **D'ASTRONOMIE**, ou Traité élémentaire de cette science, d'apri l'état actuel de nos connaissances, contenant l'Exposé complet du système d monde, basé sur les travaux les plus récens et les résultats qui découlent d recherches de M. Pouillet sur la température du soleil, et de celles de M. Arag sur la densité de la partie extérieure de cet astre, par M. BAILLY, membre plusieurs *sociétés savantes*, *Troisième édition.* Un vol. orné de pl. 2 fr. 5

Pour un arc de

1 quad. $+a$ le sin. $=$ cos. a, le cos. $=-$ sin. a, la tang. $=-$ cot. a
2 quad. $+a$ le sin $=-$ sin. a, le cos. $=-$ cos. a, la tang. $=$ tang. a
3 quad. $+a$ le sin. $=-$ cos. a, le cos. $=-$ sin. a, la tang. $=-$ cot. a

$$\sin.\tfrac{1}{2}q=\tfrac{1}{2}\mathrm{R},\ \cos.\tfrac{1}{3}q=\tfrac{1}{2}\mathrm{R}\sqrt{3},\ \text{tang.}\tfrac{1}{3}q=\frac{\mathrm{R}}{\sqrt{3}},\ \cot.\tfrac{1}{3}q=\mathrm{R}\sqrt{3}$$

$$\sin.\tfrac{1}{7}q=\tfrac{1}{2}\mathrm{R}\sqrt{3},\ \cos.\tfrac{1}{7}q=\tfrac{1}{2}\mathrm{R},\ \text{tang.}\tfrac{1}{7}q=\mathrm{R}\sqrt{3},\ \cot.\tfrac{1}{7}q=\frac{\mathrm{R}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{tang.}\,45^\circ=\mathrm{R}=\cot.45^\circ,\ \cos.45^\circ=\tfrac{1}{2}\mathrm{R}\sqrt{2}=\sin.45^\circ$$
$$\text{tang.}\,135^\circ=-\mathrm{R}=\cot.135^\circ,\ \sin.135^\circ=\tfrac{1}{2}\mathrm{R}\sqrt{2}=-\cos.135^\circ$$

Valeurs des sinus et cosinus de la somme ou de la différence de deux arcs α, β.

$$\sin.(\alpha\pm\beta)=\sin.\alpha\cos.\beta\pm\sin.\beta\cos.\alpha$$
$$\cos.(\alpha\pm\beta)=\cos.\alpha\cos.\beta\mp\sin.\alpha\sin.\beta$$

Valeurs du sinus et du cosinus du double de l'arc α.

$$\sin.(2\alpha)=\sin.\alpha\cos.\alpha$$
$$\cos.(2\alpha)=\cos.^2\alpha-\sin.^2\alpha=2\cos.^2\alpha-1=1-2\sin.^2\alpha$$

Valeurs du sinus et du cosinus de la moitié d'un arc α.

M HANUS et BIETON (VALENTIN). *Troisième édition.* Un vol. orné de 24 planches. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU CHAMOISEUR, MAROQUINIER, PEAUSSIER ET PARCHEMINIER, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, et toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts; par M. DUSSERRES. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHANDELIER ET DU CIRIER,** suivi de l'Art du fabricant de cire à cacheter; par M. SÉBASTIEN LENORMAND, professeur de technologie, etc. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHARCUTIER,** ou l'Art de préparer et de conserver les différentes parties du cochon, d'après les plus nouveaux procédés, précédé de l'art d'élever les porcs, de les engraisser et de les guérir; par une réunion de Charcutiers, et rédigé par madame CELNART. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHASSEUR,** contenant un Traité sur toutes les chasses; un vocabulaire des termes de vénerie, de fauconnerie et de chasse; les lois, ordonnances de police, etc., sur le port d'armes, la chasse, la pêche, la louveterie. *Cinquième édition.* Un vol. avec fig. et musique. 3 fr

— **DU CHAUFOURNIER,** contenant l'art de calciner la pierre à chaux et à plâtre, de composer toutes sortes de mortiers ordinaires et hydrauliques, ciments, pouzzolanes artificielles, bétons, mastics, briques crues, pierres et stues, ou marbres factices propres aux constructions; par M. BIETON. Un gros vol. 3 fr.

— **DE CHIMIE,** ou Précis élémentaire de cette science, dans l'état actuel de nos connaissances; *Quatrième édition*, revue, corrigée, et très augmentée, par M. VERGNAUD. Un gros vol. orné de fig 3 fr. 50 c.

— **DE CHIMIE AMUSANTE,** ou nouvelles Récréations chimiques, contenant une suite d'expériences curieuses et instructives en chimie, d'une exécution facile, et ne présentant aucun danger; par FRÉDÉRIC ACCUM, suivi de notes intéressantes sur la Physique, la Chimie, la Minéralogie, etc. par SAMUEL PARKES. *Quatrième édition*, revue par M. VERGNAUD. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DU COLORISTE,** ou Instruction complète et élémentaire pour l'enluminure, le lavis et la retouche des gravures, images, lithographies, planches d'histoire naturelle, cartes géographiques et plans topographiques, contenant la description des instrumens et ustensiles propres au Coloriste, la composition, les qualités, le mélange, l'emploi des couleurs, et les différens travaux d'enluminure; par M. A.-M. PERROT, revu et augmenté par M. E. BLANCHARD, peintre d'histoire naturelle. un vol. orné de pl. 2 fr. 50. c.

ART DE SE COIFFER SOI-MÊME, enseigné aux dames, suivi du MANUEL DU COIFFEUR, précédé de préceptes sur l'entretien, la beauté et la conservation de la chevelure, etc., etc.; par M. VILLARET Un joli vol. 2 fr. 50 c.

MANUEL DE LA BONNE COMPAGNIE, ou Guide de la politesse des égards, du bon ton et de la bienséance. *Septième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHARRON ET DU CARROSSIER,** ou l'Art de fabriquer toutes sortes de voitures; par M. NOSBAN. Deux vol. ornés de pl 6 fr

— **DU CONSTRUCTEUR DES MACHINES A VAPEUR,** par M. JANVIER, officier au corps royal de la marine. Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DU CONSTRUCTEUR DES CHEMINS DE FER,** ou essai sur les principes généraux de l'art de construire les chemins de fer par M. ED. BIOT. un vol. 1 f.

— **POUR LA CONSTRUCTION ET LE DESSIN DES CARTES GÉOGRAPHIQUES,** contenant des considérations générales sur l'étude de la géographie, l'usage des cartes et les principes de leur rédaction, le tracé linéaire des *projections*, les instrumens qui servent aux différentes opérations, et la manière de dessiner toutes espèces de cartes; par A.-M. PERROT ouvrage orné d'un grand nombre de pl. Un vol.

1.

Étant donnés c a A

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a} \qquad B = 180 - (A + C$$

$$\text{enfin } b = \frac{a \text{ sin. B}}{\text{sin. A}}$$

Comme sin. C répond à deux arcs, on pourrai
emb sé pour savoir lequel de ces arcs con
au (nt il s'agit, or

si $A > 90°$ et $a > c$, on a $C < 90°$

Étant donnés bc herchera d'abord la va
de $\frac{1}{2}$ (C—B) que n elons n, au moyen d
quation.

$$\text{tang. } n = \frac{-b}{+b} \text{ cot. } \tfrac{1}{2} A$$

De cette valeur ra celle de $\frac{1}{2}$ (C+B)
nous noyen de

$$B) = 90° - \tfrac{1}{2} A$$

et l'on aura

$$C = m + n \text{ et } B = m - n$$

$$a = \frac{b \text{ sin. A}}{\text{sin. B}} \qquad \text{ou} = \frac{c \text{ sin. A}}{\text{sin. C}}$$

Étant donnés $a.b.c$

$$\text{on cherchera } p = \frac{a+b+c}{2}$$

et l'on déduira A de

$$\text{sin. } \tfrac{1}{2} A = \sqrt{\left[\frac{(p-b)(p-c)}{bc}\right]}$$

$\frac{1}{2}$ A est toujours $< 90°$

$$\text{sin. C} = \frac{c \text{ sin. A}}{a}$$

$$B = 180 - (A + C)$$

Si le triangle est isoscèle, A étant l'angle du sommet et a la base; comme $b=c$ la valeur du sin. $\frac{1}{2}$, A devient

$$\sin.\tfrac{1}{2}A = \frac{(p-b)}{b} \text{ puis}$$

$$B=C=90^{o}-\tfrac{1}{2}A.$$

Trigonométrie sphérique.

Soient A. B. C les angles et a b c les côtés d'un triangle sphérique, on a toujours

$$a+b+c<360^{o} \text{ et}$$

$$A+A+C<6\times 90^{o} \text{ et} >2\times 90^{o}$$

$$\frac{\sin.A}{\sin.a}=\frac{\sin.B}{\sin.b}=\frac{\sin.C}{\sin.c}$$

$$\cos.a=\cos.b\cos.c+\sin.b\sin.c\cos.A$$
$$\cos.b=\cos.a\cos.c+\sin.a\sin.c\cos.B$$
$$\cos.c=\cos.a\cos.b+\sin.a\sin.b\cot.C$$

on a aussi

$$-\cos.C=\cos.A\cos.B-\sin.A\sin.B\cos.c$$
$$\sin.a\cos.c=\sin.c\cos.a\cos.B+\sin b\cos.C$$
$$\sin.a\cot.c=\cos.a\cos.B+\sin.B\cot.C$$

Résolution des triangles sphériques rectangles.

C étant l'angle droit, selon qu'on aura telles ou telles autres parties du triangle, on le résoudra complétement au moyen des équations suivantes :

$$\sin.b=\sin c\sin.B$$
$$\cos.c=\cos.a\cos.b$$
$$\cos.c=\cot.A\cot.B$$
$$\tang.a=\tang.c\cos.B$$
$$\tang.b=\tang B\sin.a$$
$$\cos.A=\cos.a\sin.B$$

Résolution des triangles sphériques obliquangle

I. Étant donnés $a.\ b.\ c$, trouver A. B. C.

Faisons $p = \frac{a+b+c}{2}$ on aura

C par l'une des trois relations,

$$\sin.^2 \tfrac{1}{2} C = \frac{\sin.(p-a)\sin.(p-b)}{\sin.a \sin.b}$$

$$\cos.^2 \tfrac{1}{2} C = \frac{\sin.p \sin.(p-c)}{\sin.a \sin.b}$$

$$\text{tang.}^2 \tfrac{1}{2} C = \frac{\sin.(p-a)\sin.(p-b)}{\sin.p \sin.(p-c)}$$

On cherchera alors [illegible] valeur auxiliaire moyen de

tang. $\frac{1}{2}(b-h) = \text{tang.} \frac{1}{2}(a+b) \text{ tang.} \frac{1}{2}(a-b) \cot.$

Cet[illegible] autres valeurs auxili[illegible] $\frac{1}{2}(c+h)$, [illegible]us appelons la prem[illegible] et la seconde s, et l'on obtiendra A et B par

$$\cos. A = \text{tang.} s \cot. b$$
$$\cos. B = \text{tang} t \cot. a$$

II. Étant donnés A. B. C, trouver c.

Faisant $k = \frac{A+B+C}{2}$ on a

$$\cos.^2 \tfrac{1}{2} c = \frac{\cos.(k-A)\cos.(k-B)}{\sin.A \sin.B}$$

III. Étant donné ac et l'angle compris B, o[illegible] le côté b opposé à B par

$$\cos. b = \frac{\cos. c}{\cos. \varphi} \times \cos.(a-\varphi)$$

φ étant un angle auxiliaire qu'on déterm[illegible] d'abord par

$$\text{tang.} \varphi = \text{tang.} c \cos. B.$$

MANUEL DES GARDES CHAMPÊTRES, FORESTIERS, GARDES PÊCHES, contenant l'exposé méthodique des lois, etc.: sur leurs attributions fonctions, droits et devoirs, avec les formules et modèles des rapports et des procès verbaux: par M. Botard *Nouvelle édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DES GARDES MALADES,** et des personnes qui veulent se soigner elles mêmes; ou l'Ami de la santé, contenant un exposé clair et précis des soins à donner aux malades de tout genre; par M. Morin, docteur en médecine. Un vol. *Troisième édition.* fr. 50 c.

— **DES GARDES NATIONAUX DE FRANCE,** contenant l'école du soldat et de peloton, d'après l'ordonnance du 4 mars 1831, l'entretien des armes, etc., précédé de la nouvelle loi de 1831 sur la garde nationale l'état-major, le modèle du drapeau, l'ordre du jour sur l'uniforme en général, et celui pour les communes rurales: adopté par le général en chef: par. M. R. L. *Trente-deuxième édition*, ornée d'un grand nombre de figures représentant les divers uniformes de la gard nationale, et toutes celles nécessaires pour l'exercice et les manœuvres. Un gros vol. in-8, 3 fr. 25 c., et 3 fr. 75 c. par la poste. L'on ajoutera 50 c. pour recevoir le même ouvrage avec tous les uniformes coloriés.

— **GÉOGRAPHIQUE,** ou le nouveau Géographe-manuel, contenant la description statistique et historique de toutes les parties du monde; la Concordance des calendriers: une Notice sur les lettres de change, bons au porteur, billets à ordre, etc.; le Système métrique, la Concordance des mesures anciennes et nouvelles; les Changes et Monnaies étrangères évaluées en francs et centimes; par Alexandre Duvillers. Un gros vol. orné de pl. *Quatrième édition.* 3 fr. 50 c.

— **DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, HISTORIQUE ET TOPOGRAPHIQUE DE LA FRANCE,** divisée par Bassins; par M. V. A. Lorois, chef d'institution, membre de la société de géographie. *Deuxième édition*, revue, corrigée et considérablement augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE GÉOMÉTRIE,** ou Exposition élémentaire des principes de cette science, comprenant les deux trigonométries, la théorie des projections, et les principales propriétés des lignes et surfaces du second degré, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître: par M. Terquem. *Deuxième édition* Un gros vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— **DE GYMNASTIQUE,** par M. le colonel Amoros. Deux gros vol et Atlas composé de 50 pl. 10 fr. 50 c.

— **DU GRAVEUR,** ou Traité complet de l'Art de la gravure en tous genres, d'après les renseignemens fournis par plusieurs artistes et rédigé par M. Pierret. Un vol 3 fr.

— **DES HABITANS DE LA CAMPAGNE ET DE LA BONNE FERMIÈRE,** ou Guide pratique des travaux à faire à la campagne; par mesdames Gacon Dufour et Celnart. *Deuxième édition.* Un vol 2 fr. 50 c.

— **DE L'HERBORISTE, DE L'ÉPICIER-DROGUISTE ET DU GRAINIER PÉPINIÉRISTE,** contenant la description des végétaux, les lieux de leur naissance, leur analyse chimique et leurs propriétés médicales: par MM. Julia Fontenelle et Tollard. Deux gros vol. 7 fr.

— **D'HISTOIRE NATURELLE,** comprenant les trois règnes de la Nature, ou *Genera* complet des animaux, des végétaux et des minéraux; par M. Boitard. Deux gros vol. 7 fr.

Atlas des différentes parties de l'Histoire naturelle, et qui se vendent séparément.

ATLAS POUR LA BOTANIQUE, composé de 120 pl., fig. noires. 18 fr.
Fig. coloriées. 36 fr.

— POUR *LES MOLLUSQUES*, représentant les mollusques nus et les *coquilles*, 51 *pl.*, *fig. noires*, 7 fr. Fig. coloriées. 14 fr.

nuel du fabricant d'étoffes imprimées et de papiers peints, par M. L.-J.-S. Thillaye, professeur de chimie appliquée aux arts et à la teinture. Un vol. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU FABRICANT DE DRAPS, ou Traité général de la fabrication des draps; par M. Bonnet. Un vol. 3 fr.

— **DU FABRICANT ET DE L'ÉPURATEUR D'HUILE**, suivi d'un Aperçu sur l'éclairage par le gaz; par M. Julia Fontenelle. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU FABRICANT DE CHAPEAUX EN TOUS GENRES**, tels que feutres divers, schakos, chapeaux de soie, de coton, et autres étoffes fulminantes; chapeaux de plumes, de cuir, de paille, de bois, d'osier, etc., et enrichi de tous les brevets d'invention; par MM. Clet et P.., fabricans, Julia Fontenelle professeur de chimie. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU FABRICANT DE GANTS**, considéré dans ses rapports avec la mégisserie, la chamoiserie et les diverses opérations qui s'y rattachent; par M. Vallat d'Artois, ancien fabricant. Un vol. orné de planch. 3 fr. 50 c.

— **DU FABRICANT DE PAPIERS**, ou Traité complet de cet art; par M. Sébastien Lenormand. Deux vol. ornés d'un grand nombre de pl. 10 fr. 50 c.

— **DU FABRICANT DE PRODUITS CHIMIQUES**, ou Formules et Procédés usuels relatifs aux matières que la chimie fournit aux arts industriels à la médecine et à la pharmacie, renfermant la description des opérations et des principaux ustensiles en usage dans les laboratoires; par M. Thillaye, professeur de chimie, chef des travaux chimiques de l'ancienne fabrique de M. Vauquelin. Deux vol. ornés de pl. 7 fr.

— **DU FABRICANT ET DU RAFFINEUR DU SUCRE**, ou Essai sur les différens moyens d'extraire le sucre et de le raffiner; par MM. Blanchet et Zoïde. *Seconde édition*, revue par M. Julia Fontenelle. Un vol. orné de pl. 3fr. 50 c.

— **THÉORIQUE ET PRATIQUE DU FABRICANT DE CIDRE ET DE POIRÉ**, avec les moyens d'imiter avec le suc des pommes ou des poires, le vin de raisin, l'eau-de-vie et le vinaigre de vin; suivi de l'art de faire les vins de fruits et les vins de liqueurs artificiels, de composer des aromes ou bouquets des vins, et de faire avec les raisins de tous les vignobles, soit les vins de Basse-Bourgogne, du Cher, de Touraine, de Saint-Gilles, de Roussillon, de Bordeaux et autres. Ouvrage indispensable aux marchands de vins, fabricans de cidre, cultivateurs, et aux amis de l'économie domestique, avec figures, par M. L. F. Dubois. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU FERBLANTIER ET DU LAMPISTE**, ou l'Art de confectionner en ferblanc tous les ustensiles possibles, l'étamage, le travail du zinc, l'art de fabriquer les lampes d'après tous les systèmes anciens et nouveaux; orné d'un grand nombre de figures et de modèles pris dans les meilleurs ateliers; par M. Lebrun. Un vol. in-18. 3 fr.

— **DU FLEURISTE ARTIFICIEL**, ou l'Art d'imiter d'après nature toute espèce de fleurs en papier, batiste, mousseline et autres étoffes de coton; en gaze, taffetas, satin, velours; de faire des fleurs en or, argent, chenille, plumes, paille, baleine, cire, coquillages, les autres fleurs de fantaisie; les fruits artificiels; et contenant tout ce qui est relatif au commerce des fleurs; suivi de l'Art du Plumassier, par madame Celnart. Un vol. de fig. 2 fr. 50 c.

— **DU FONDEUR SUR TOUS MÉTAUX**, ou Traité de toutes les opérations de la fonderie, contenant tout ce qui a rapport à la fonte et au moulage du cuivre, à la fabrication des pompes à incendie et des machines hydrauliques, etc., etc.; par M. Launay, fondeur de la colonne de la place Vendôme, etc. Deux vol. ornés d'un grand nombre de pl. 7 fr.

— **THÉORIQUE ET PRATIQUE DU MAITRE DE FORGES**, ou *l'Art de travailler le fer*; par M. Lebrun, ingénieur civil. Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

MANUEL-FORMULAIRE DE TOUS LES ACTES SOUS SIGNATURES PRIVÉES, par M. Birat, jurisconsulte. Un vol. 2 fr. 50 c.

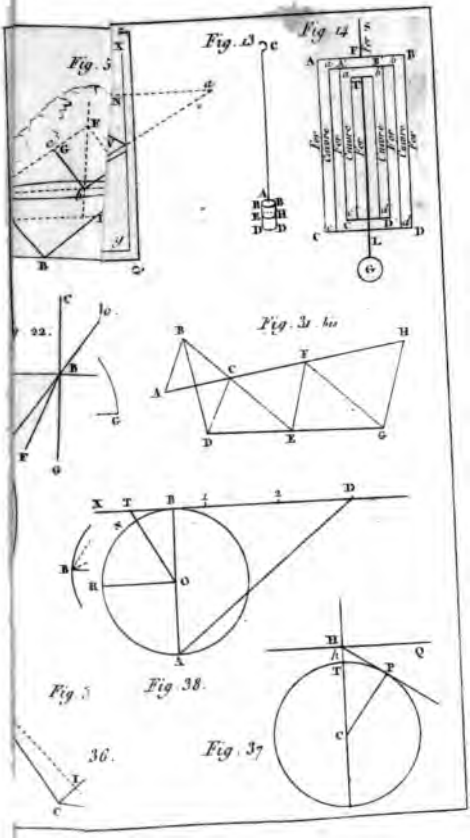


Fig. 3
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 22.
Fig. 31
Fig. 35
Fig. 38.
Fig. 36.
Fig. 37

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION . . . . . Page iij
MÉCANIQUE. — Principes et Définitions. 1
Des Centres de gravité. 3
Des Machines élémentaires. 5
Du Levier. . . . . *ibid.*
De la Poulie et des Moufles. 9
Du Tour, Treuil ou Cabestan. 10
Du Plan incliné. 13
De la Vis. 17
Du Coin. 18
Quelques Problèmes relatifs aux constructions. 19
De l'épaisseur à donner aux murs de revêtemens pour qu'ils résistent à l'effort ou à la poussée des terres qu'ils soutiennent. . . . *ibid.*
Résistance des Cordes. 23
De la Résistance ou de la Force des bois. . . . *ibid.*
De la Force horizontale. 25
De la Force verticale. 26
De la Force des bois inclinés. 28
Formules utiles à l'établissement des ponts suspendus. 30
DYNAMIQUE. 35
Table de la Chute des Corps dans le vide. . . . 40
Du Mouvement sur les Plans inclinés. 42
BALISTIQUE 47
Du Pendule. 56
Des Forces centrales. 69
Du Choc des Corps. 70
Du Jeu de Billard. 76
GRAVITATION. 79
HYDROSTATIQUE. — Principe fondamental. 80
Des Pesanteurs spécifiques. 83
Corps flottans. . . . . *ibid.*

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, celle de l'air étant prise pour unité . . Page
Liquides. Celle l'eau étant 1. . . . . .
Solides . . . . . .
De l'Ecoulement de l'eau . . . . . .
Vitesse par seconde, et Hauteurs de Chutes correspondantes exprimées en mètres. . . .
Table des Vitesses de l'eau qui s'écoule dans les Tuyaux. . . . . .
Jets d'eau. . . . . .
Pneumatique. . . . . .
Tableau des Press s que supporte un mètre carré de surface vant les hauteurs du baromètre. . . . . .
Usage du Baromètre pour la mesure des Hauteurs.
A ication à l'une des opérations de M. Ra- le-Dôme. . . . . .
hauteur des Montagnes tions barométriques. .
Ta . . . . . .
Ta . . . . . .
Table troisième. . . . . .
Table quatrième. . . . . .
Type du calcul. . . . . .
Dilatation. . . . . .
Table des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances, depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition d'après MM. Laplace et Lavoisier. . . . . .
Application curieuse de la Dilatation des solides.
Acoustique. . . . . .
Vibration des Cordes. . . . . .
De la Lumière . . . . . .
Réflexion de la Lumière. . . . . .
Réfraction de la Lumière. . . . . .
Des Verres sphériques. . . . . .
Grandeur des Images. . . . . .
Des lentilles. . . . . .
Grandeur des Images dans les Lentilles. . .
Anamorphoses. . . . . .

MANUEL DU LIMONADIER ET DU CONFISEUR, contenant les meilleurs procédés pour préparer le café, le chocolat, le punch, les glaces, boissons rafraîchissantes, liqueurs, fruits à l'eau-de-vie, confitures, pâtes, esprits, essences, vins artificiels, pâtisserie légère, bière, cidre, eaux, pommades et poudres cosmétiques, vinaigres de ménage et de toilette, etc., etc.; par M. CARDELLI. Un gros vol. *Sixième édition* 2 fr. 50 c.

— **DE LITTÉRATURE A L'USAGE DES DEUX SEXES**, contenant un précis de rhétorique, un traité de la versification française, la définition de tous les différens genres de compositions en prose et en vers, avec des exemples tirés des prosateurs et des poètes les plus célèbres, et des préceptes sur l'art de lire à haute voix, par M. VIENNET. *Troisième édition*, revue par madame d'HAUTEFEUILLE. Un vol. in 18. 1 fr. 75 c.

— **DU LUTHIER**, contenant, 1° la construction intérieure et extérieure des instrumens à archets, tels que Violons, Alto, Basses et Contre-Basses; 2° la construction de la Guittare; 3° la confection de l'Archet; par M. J.-C. MAUGIN. Un vol., orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **DU MAÇON-PLATRIER, DU CARRELEUR, DU COUVREUR ET DU PAVEUR**; par TOUSSAINT. Un vol. orné de planches. 3 fr.

— **DE LA MAITRESSE DE MAISON ET DE LA PARFAITE MÉNAGÈRE**, ou Guide pratique pour la gestion d'une maison à la ville et à la campagne, contenant les moyens d'y maintenir le bon ordre et d'y établir l'abondance, de soigner les enfans, de conserver les substances alimentaires, etc. *Troisième édition*, revue par madame CELNART. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE MAMMALOGIE**, ou l'Histoire naturelle des Mammifères; par M. LESSON, membre de plusieurs Sociétés savantes. 1 gros vol. 3 fr. 50 c.

ATLAS DE MAMMALOGIE, composé de 80 planches représentant la plupart des animaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 12 fr. Figures coloriées. 24 fr.

MANUEL COMPLET DES MARCHANDS DE BOIS ET DE CHARBONS, ou Traité de ce commerce en général, contenant tout ce qu'il est utile de savoir, depuis l'ouverture des adjudications des coupes jusques et compris l'arrivée et le débit des bois et charbons, ainsi que le précis des lois, ordonnances, règlemens, etc., sur cette matière; suivi de NOUVEAUX TARIFS pour le cubage et le mesurage des bois de toute espèce, en anciennes et nouvelles mesures; par M. MARIÉ DE L'ISLE, ancien agent du flottage des bois. *Seconde édition*. Un vol. 3 fr.

— **DU MÉCANICIEN-FONTAINIER, POMPIER, PLOMBIER**, contenant la théorie des pompes ordinaires, des machines hydrauliques les plus usitées, et celle des pompes rotatives, leur application à la navigation sous-marine, à un mode de nouveau réfrigérant; l'Art du Plombier, et la description des appareils les plus nouveaux relatifs à cette branche d'industrie; par M. JANVIER et BISTON. *Deuxième édition*. Un vol., orné de planches. 3 fr.

— **D'APPLICATIONS MATHEMATIQUES USUELLES ET AMUSANTES**, contenant des problèmes de Statique, de Dynamique, d'Hydrostatique et d'Hydrodynamique, de Pneumatique, d'Acoustique, d'Optique, etc., avec leurs solutions; des notions de Chronologie, de Gnomonique, de Levée des Plans, de Nivellement, de Géométrie pratique, etc., avec les formules y relatives: plus, un grand nombre de tables usuelles, et terminé par un Vocabulaire renfermant la substance d'un Cours de Mathématiques élémentaires; par M. RICHARD. *Quatrième édition*. Un gros vol. 5 fr.

— **SIMPLIFIÉ DE MUSIQUE**, ou Nouvelle Grammaire contenant les principes de cet art; par M. LE DUEY. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DE MÉCANIQUE**, ou Exposition élémentaire des lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître; par M. TRAQUAIR. Deuxième édition, Un gros vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MEDECINE ET CHIRURGIE DOMESTIQUES**, contenant un choix des remèdes les plus simples et les plus efficaces pour la guérison de tous

les maladies internes et externes qui affligent le corps humain. *Troisième édition*, entièrement refondue et considérablement augmentée; par M. Mo[illegible], docteur médecin. Un vol. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU MENUISIER EN MEUBLES ET EN BATIMENS, ou l'Art de l'ébéniste, contenant tous les détails utiles sur la nature des bois indigènes et exotiques, la manière de les teindre, de les travailler, d'en faire toutes les espèces d'ouvrages et de meubles, de les polir et vernir, d'exécuter toutes sortes de planches et de marqueterie; par M. Nosban, menuisier-ébéniste. *Quatrième édition*, Deux vol. ornés de planches. 6 fr.

— **DE LA JEUNE MÈRE**, ou Guide pour l'éducation physique et morale des enfans; par madame Campan, surintendante d'Ecouen. Un vol. 3 fr.

— **DE MÉTÉOROLOGIE**, ou Explication théorique et démonstrative des phénomènes connus sous le nom de météores; par M. Fellens. Un vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MINÉRALOGIE** ou Traité élémentaire de cette science, d'après l'état actuel de nos connaissances; par M. Blondeau. *Troisième édition*, revue par M. Julia Fontenelle. Un gros vol. 3 fr. 50 c.

ATLAS DE MINÉRALOGIE, composé de 40 planches représentant la plupart des minéraux décrits dans l'ouvrage ci-dessus:

Figures noires. 6 fr. Figures coloriées 12 fr.

— **DE MINIATURE ET DE GOUACHE**, par M. Constant Viguier; suivi du Manuel du Lavis à la sépia et de l'Aquarelle, par M. Langlois de Longueville. *Troisième édition*. Un gros vol., orné de planches. 3 fr.

— **D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE ET DE PHARMACOGRAPHIE**, ou Tableau synoptique, méthodique et descriptif des produits que la médecine et les arts empruntent à l'histoire naturelle; *res non verba*, par M. R. P. Lesson, pharmacien en chef de la marine et professeur de chimie à l'école de médecine de Rochefort. Deux vol. 5 fr.

— **DE L'HISTOIRE NATURELLE DES MOLLUSQUES ET DE LEURS COQUILLES**, ayant pour base de classification celle de M. *Cuvier*. par M. Rang. Un gros vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

ATLAS POUR LES MOLLUSQUES, représentant les Mollusques nus et les coquilles. 51 planches. Figures noires. 7 fr.

Figures coloriées. 14 fr.

MANUEL DU MOULEUR, ou l'Art de mouler en plâtre, carton, carton-pierre, carton cuir, cire, plomb, argile, bois, écaille, corne, etc., etc., contenant tout ce qui est relatif au moulage sur nature morte et vivante, au moulage de l'argile, etc.; par M. Lebrun. Un vol., orné de figures. 2 fr. 50 c.

— **DU MOULEUR EN MÉDAILLES**, ou l'Art de les mouler en plâtre, en soufre, en cire, à la mie de pain et en gélatine, ou à la colle-forte; suivi de l'art de clicher ou de frapper les creux et les reliefs en métaux, par M. F. R. Robert, membre de la société d'émulation du Jura. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DU NATURALISTE PRÉPARATEUR**, ou l'Art d'empailler les animaux, de conserver les végétaux et les minéraux; par M. Boitard. Un vol. *Troisième édition*. 3 fr.

— **DU NÉGOCIANT ET DU MANUFACTURIER**, contenant les Lois et Règlemens relatifs au commerce, aux fabriques et à l'industrie; la connaissance des marchandises; les usages dans les ventes et achats; les poids, mesures, monnaies étrangères; les douanes et les tarifs des droits; par M. Peuchet. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DES OFFICIERS MUNICIPAUX**, Nouveau guide des maires, adjoints et conseillers municipaux, dans leurs rapports avec l'ordre administratif et l'ordre judiciaire, les colléges électoraux, la garde nationale, l'armée, l'administration forestière, l'instruction publique et le clergé, selon la législation *nouvelle*; suivi d'un formulaire de tous les actes d'administration et de police *administrative* et judiciaire; par M. Boyard. Deuxième édit. Un gros vol. 3 fr.

— **SIMPLIFIÉ DE L'ORGANISTE**, ou nouvelle méthode pour exécuter sur l'orgue tous les offices de l'année, selon les rituels parisien et

romain, sans qu'il soit nécessaire de connaître la musique, par M. Miné, organiste de Saint-Roch; suivi des leçons d'orgue de Kegel. Un vol. in-8 oblong. 3 fr. 50 c.

MANUEL D'OPTIQUE, par MM. David Brewster, membre et correspondant de l'Institut de France et Verignaud. Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

— **D'ORNITHOLOGIE DOMESTIQUE**, ou Guide de l'amateur des oiseaux de volière, histoire générale et particulière des oiseaux de chambre, avec les préceptes que réclament leur éducation, leurs maladies, leur nourriture, etc, etc.; ouvrage entièrement refondu par M R. P. Lesson. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **D'ORNITHOLOGIE**, ou Description des genres et des principales espèces d'oiseaux; par M. Lesson. Deux gros vol 7 fr.

ATLAS D'ORNITHOLOGIE, composé de 129 planches représentant les oiseaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 20 fr.
Figures coloriées. 40 fr.

MANUEL DE L'ORTHOGRAPHISTE, ou Cours théorique et pratique d'orthographe, contenant des règles neuves ou peu connues sur le redoublement des consonnes, sur les diverses manières de représenter les sons ressemblans de la langue française, suivi d'un recueil d'exercices, d'un traité de ponctuation, etc., par T. Tarbray. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU PARFUMEUR**, contenant les moyens de perfectionner les pâtes odorantes, les poudres de diverses sortes, les pommades, les savons de toilette les eaux de senteur, les vinaigres, élixirs, etc., etc., et où se trouve indique un grand nombre de compositions nouvelles; par madame Celnart. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU MARCHAND PAPETIER ET DU RÉGLEUR**, contenant la connaissance des papiers divers, la fabrication des crayons naturels et factices gris, noirs et colorés; la préparation des plumes; des pains et de la cire à cacheter, de la colle à bouche, des sables, etc.; par M. Julia-Fontenelle et M. Poisson. Un gros vol. orné de planches. 5 fr.

— **DU PATISSIER ET DE LA PATISSIERE**, à l'usage de la ville et de la campagne, contenant les moyens de composer toutes sortes de pâtisseries; par M Leblanc. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE PHARMACIE POPULAIRE**, simplifiée et mise à la portée de toutes les classes de la société, contenant les formules et les pratiques nouvelles publiées dans les meilleurs dispensaires, les cosmétiques et les médicamens par brevet d'invention, les secours à donner aux malades dans les cas urgens avant l'arrivée du médecin, etc., par M. Julia Fontenelle. Deux vol. 6 fr.

— **DU PÊCHEUR FRANÇAIS**, ou Traité général de toutes sortes des pêches; l'Art de fabriquer les filets; un traité sur les étangs; un Précis des lois, ordonnances et réglemens sur la pêche, etc., etc.; par M Person-Blaisonneuve. *Deuxième édition.* Un vol., orné de figures. 5 fr.

— **DU PEINTRE EN BATIMENS, DU DOREUR ET DU VERNISSEUR**, ouvrage utile tant à ceux qui exercent ces arts qu'aux fabricans de couleur et à toutes les personnes qui voudraient décorer elles mêmes leurs habitations, leurs appartemens, etc.; par M Vergnaud. *Sixième édition*, revue et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU PEINTRE D'HISTOIRE ET DU SCULPTEUR**, par M Arsenne. Deux vol. 6 fr.

— **DE PERSPECTIVE, DU DESSINATEUR ET DU PEINTRE**, contenant les Elémens de géométrie indispensables au tracé de la perspective, la perspective linéaire et aérienne, et l'étude du dessin et de la peinture spécialement appliquée au paysage, par M Vergnaud, ancien élève de l'Ecole Polytechnique *Quatrième édition.* Un vol., orné d'un grand nombre de pl 5 fr.

— **DE PHILOSOPHIE EXPÉRIMENTALE**, ou Recueil de dissertations *sur les questions* fondamentales de métaphysique, extraites de Locke, *Condillac*, *Destutt Tracy*, Degérando, La Romiguière Jouffroy, Reid, I

guld Stewart, Kant, Courier, etc.; ouvrage conçu sur le plan des leçons de M. Noël; par M. Amic, régent de rhétorique à l'Académie de Paris. Un gros vol. 3 fr. 50 c.

MANUEL DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET DE MINÉRALOGIE, APPLIQUÉES A LA CULTURE; par M. Boitard. Un vol. orné de pl. 5 fr.

— **DE PHYSIQUE**, ou Élémens abrégés de cette science, mis à la portée des gens du monde et des étudians, contenant l'exposé complet et méthodique des propriétés générales des corps solides, liquides et aériformes, ainsi que les phénomènes du son; suivi de la nouvelle Théorie de la lumière dans le système des ondulations, et de celles de l'électricité et du magnétisme réunis; par M. Bailly, élève de MM. Arago et Biot. *Sixième édition.* Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DE PHYSIQUE AMUSANTE**, ou nouvelles Récréations physiques, contenant une suite d'expériences curieuses, instructives, et d'une exécution facile; ainsi que diverses applications aux arts et à l'industrie; suivi d'un Vocabulaire de physique; par M. Julia Fontenelle. *Quatrième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU POÊLIER-FUMISTE**, ou Traité complet de cet art, indiquant les moyens d'empêcher les cheminées de fumer, l'art de chauffer économiquement et d'aérer les habitations, les manufactures, les ateliers, etc.; par M. Arpenti et Julia Fontenelle. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DES POIDS ET MESURES**, des Monnaies et du Calcul décimal; par M. Tarbé. *Quinzième édition.* Un vol. 50 c.

— **DU PORCELAINIER, DU FAIENCIER ET DU POTIER DE TERRE**, suivi de l'Art de fabriquer les terres anglaises et de pipe, ainsi que les poêles, les pipes, les carreaux, les briques et les tuiles; par M. Boyer, ancien fabricant et pensionnaire du Roi. Deux vol. 6 fr.

— **DU PRATICIEN**, ou Traité complet de la science du *Droit* mise à la portée de tout le monde, où sont présentées les instructions sur la manière de conduire toutes les affaires, tant civiles que judiciaires, commerciales et criminelles, qui peuvent se rencontrer dans le cours de la vie, avec les formules de tous les actes, et suivi d'un Dictionnaire administratif abrégé; par MM. D*** et Rondonneau. *Troisième édition.* Un gros vol. 3 fr. 50 c.

— **DES PROPRIÉTAIRES D'ABEILLES**, contenant: 1° la ruche villageoise et lombarde, et les ruches à hausses, perfectionnées au moyen de petits village en bois, très faciles à exécuter; 2° des procédés pour réunir en un seul plusieurs ruches faibles, afin d'être dispensé de les nourrir; 3° une méthode très avantageuse de gouverner les abeilles, de quelque forme que soient leurs ruches, pour en tirer de grands profits; par J. Rádouan. *Troisième édition*, corrigée, et suivie de L'Art d'élever les vers a soie et de cultiver le mûrier par M. Morin. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU PROPRIÉTAIRE ET DU LOCATAIRE OU SOUS-LOCATAIRE**, tant de biens de ville que de biens ruraux; par M. Serrent. *Troisième édition.* Un volume. 2 fr. 50 c.

— **DE LA PURETÉ DU LANGAGE**, ou Dictionnaire des difficultés de la langue française, relativement à la prononciation, au genre des substantifs, à l'orthographe, à la syntaxe et à l'emploi des mots, où sont signalées et corrigées les expressions et les locutions vicieuses usitées dans la conversation; par *MM. Bescherelle* et *Bonifacy*. 1 vol. 2 fr. 50 c.

— **DU RELIEUR DANS TOUTES SES PARTIES**, précédé des Arts de l'assembleur, du brocheur, du marbreur, du doreur et du satineur; par M. Sébastien Lenormand. *Seconde édition.* Un gros vol° orné de pl. 3 fr.

DU SAPEUR-POMPIER, contenant la description des machines en usage contre les incendies, l'ordre du service, les exercices pour la manœuvre des pompes, etc.; par M. Joly, capitaine; suivi de la description du tuyau hydraulique et de la pompe aspirante et foulante; par M. Lallemand. Un vol. orné de pl. *Troisième édition*, 1 fr. 50 c.

réunion de fabricans, et rédigé par mad. Gacon-Dufour et un
de chimie. Un vol. 3 fr.

DU SERRURIER, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après
otes fournies par plusieurs Serruriers distingués de la capitale, et rédigé par
comte de Grandpré, *Seconde édition*. Un vol. orné de pl. 3 fr.

DU SOMMELIER, ou Instruction pratique sur la manière de soigner
ins; contenant la dégustation, la clarification, le collage et la fermentation
ndaire des vins, les moyens de prévenir leur altération et de les rétablir
u'ils sont dégénérés, de dirtinguer les vins purs des vins mélangés, frelatés
rtificiels, etc., etc.; dédié à M. le comte Chaptal par M. Julien; quatrième
on, 1 vol. in-12, orné d'un grand nombre de figures. 4 fr.

DE STÉNOGRAPHIE, ou l'Art de suivre la parole en écrivant
M. Hip. Prévost. Un volume, orné de planches. 1 fr. 75 c.

DU TAILLEUR D'HABITS, ou Traité complet et simplifié de cet art,
enant la manière de tracer, couper, confectionner les vêtemens; précédé
e Notice sur les outils du tailleur, sur les étoffes à employer pour les vête-
s d'homme, etc., ainsi que les uniformes de tous les corps de l'armée; par
Andrel, tailleur au Palais-Royal. Un vol. orné d'un grand nombre de fig.
2 fr. 50 c.

COMPLET DES SORCIERS, ou la Magie blanche dévoilée par
découvertes de la chimie, de la physique et de la mécanique; les scènes de
riloquie, etc., exécutées et communiquées par M. Comte, physicien du Roi.
r M. J. Fontenelle. *Deuxième édition*. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

**DU TANNEUR, DU CORROYEUR, DE L'HONGROYEUR ET
BOYAUDIER**, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les
uvertes faites jusqu'à ce jour, relativement à la préparation et à l'améliora-
des cuirs, et généralement toutes les connaissances nécessaires à ceux qui
ent pratiquer ces arts. *Seconde édition*, revue par M. Julia de Fontenelle.
vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

**DU TAPISSIER, DÉCORATEUR ET MARCHAND DE MEU-
BLES**, contenant les principes de l'Art du tapissier, les instructions néces-
s pour choisir et employer les matières premières, décorer et meubler les
rtemens, etc., par M. Garnier Audieu. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50 c.

COMPLET DU TENEUR DE LIVRES, ou l'Art de tenir les livres en
de leçons, par des moyens prompts et faciles; les diverses manières d'éta-
les comptes courans avec ou sans nombres rouges de calculer les époques
munes, les intérêts, les escomptes, etc., etc.; ouvrage à l'aide duquel on
apprendre sans maître; par M. Tarbet, professeur. *Deuxième édition*. Un
vol. 3 fr.

DU TEINTURIER, comprenant l'Art de teindre la laine, le coton, la
, le lin, etc., ainsi que tout ce qui concerne l'Art du teinturier dégrais
, etc., etc.; par M. Vergnaud. *Troisième édition*. Un gros vol. orné de
es. 3 fr.

DU TOISEUR EN BATIMENS, ou Traité complet de l'art de toiser
les ouvrages de bâtiment, mis à la portée de tout le monde: ouvrage indis-
sable aux architectes, ingénieurs, experts, vérificateurs, propriétaires,
, à l'usage de toutes les personnes qui s'occupent de la construction ou qui
bâtir; par M. Lebossu. Première partie, *Terrasse* et *Maçonnerie*. Un vol
de fig. 2 fr. 50 c.

Deuxième partie, contenant la menuiserie, la peinture, la tenture, la
rie, la dorure, la charpente, la serrurerie, la couverture, la plomberie,
arbrerie, le carrelage, le pavage, la poêlerie, la fumisterie, le grillage et
eillage. Un vol. 2 fr. 50 c.

DU TRAVAIL DES METAUX, fer et acier manufacturés; traduit de
glais par M. Vergnaud, capitaine d'artillerie. 2 vol. ornés de planches. 6 fr.

DU TOURNEUR, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après l

MANUEL DE L'ACCORDEUR, ou l'Art d'accorder le Piano, mis à la portée de tout le monde; par M. Giorgio di Roma. 1 fr. 25 c.

— **DU BANQUIER, DE L'AGENT DE CHANGE ET DU COURTIER**, contenant les lois et réglemens qui s'y rapportent, les diverses opérations de change, courtage et négociation des effets à la Bourse; par M. Peuchet. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU BIJOUTIER, DU JOAILLIER ET DE L'ORFÈVRE**, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. ornés de pl. 7 fr.

MANUEL DU BONNETIER ET DU FABRICANT DE BAS, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par MM. V. Leblanc et Prieur-Calyor. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DE BOTANIQUE**, contenant les principes élémentaires de cette science, la Glossologie, l'Organographie et la Physiologie végétale, la Phytothérosie, l'Analyse de tous les systèmes, tant naturels qu'artificiels, faits sur la distribution des plantes, depuis Aristote jusqu'à ce jour; et le développement du système des familles naturelles; par M. Boitard. *Troisième édition.* Un vol. orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE BOTANIQUE**, deuxième partie. **FLORE FRANÇAISE**, ou Description synoptique de toutes les plantes phanérogames et cryptogames qui croissent naturellement sur le sol français, avec les caractères des genres des agames et l'indication des principales espèces; par M. Boisduval. Trois gros vol. 10 fr 50 c.

ATLAS DE BOTANIQUE, composé de 120 planches, représentant la plupart des planches décrites dans les ouvrages ci-dessus

Figures noires, 18 fr. Figures coloriées, 36 fr.

MANUEL DU BOTTIER ET DU CORDONNIER, ou Traité complet de ces arts, par M. Morin. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DE BIOGRAPHIE**, ou Dictionnaire historique abrégé des grands hommes; par M. Jacquelin et par M. Noel, inspecteur général des études. Deux vol. *Deuxième édition.* 6 fr.

— **DU BOULANGER, DU NÉGOCIANT EN GRAINS, DU MEUNIER ET DU CONSTRUCTEUR DE MOULINS.** *Troisième édition*, entièrement refondue, par MM. Julia Fontenelle et Benoist. 2 gros vol. ornés de pl. 5 fr.

— **DU BOURRELIER ET DU SELLIER**, contenant la description de tous les procédés usuels, perfectionnés ou nouvellement inventés, pour garnir toutes sortes de voitures, et préparer les attelages; par M. Lebrun. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **COMPLET DU BLANCHIMENT ET DU BLANCHISSAGE, NETTOYAGE ET DÉGRAISSAGE DES FILS ET ÉTOFFES DE CHANVRE, LIN, COTON, LAINE, SOIE**, ainsi que de la Cire, des Epouges, de la Laque, du Papier, de la Paille, etc., offrant l'Exposé de toutes les découvertes, perfectionnemens et pratiques nouvelles dont les arts se sont enrichis, tant en France que dans l'étranger; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. ornés de pl. 5 fr.

— **DU BRASSEUR**, ou l'Art de faire toutes sortes de bières, contenant tous les procédés de cet art; traduit de l'anglais de Accum, par M. Riffault. *Deuxième édition*, revue, corrigée et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE CALLIGRAPHIE**, méthode complète de Carstairs, dite Américaine, ou l'Art d'écrire en peu de leçons, par des moyens prompts et faciles; traduit de l'anglais par M. Tremsay, accompagné d'un Atlas renfermant un grand nombre de modèles mis en français. *Nouvelle édition.* 3 fr.

— **DU CARTONNIER, DU CARTIER ET DU FABRICANT DE CARTONNAGE**, ou l'Art de faire toutes sortes de cartons, de cartonnages et de cartes *à jouer*, contenant les meilleurs procédés pour gaufrer, colorier, vernir, couvrir en paille, en soie, etc., les ouvrages en cartons; par M. Lenoble, membre de plusieurs sociétés savantes. Un vol. orné d'un grand nombre de fig. 3 fr.

— **DU CHARPENTIER**, ou Traité complet et simplifié de cet art; p

M. HANUS et BISTON (VALENTIN). *Troisième édition.* Un vol. orné de 12 planches. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU CHAMOISEUR, MAROQUINIER, PEAUSSIER ET PARCHEMINIER, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, et toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts: par M. DESSOLLES. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHANDELIER ET DU CIRIER,** suivi de l'Art du fabricant de cire à cacheter: par M. SÉBASTIEN LENORMAND, professeur de technologie, etc. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHARCUTIER,** ou l'Art de préparer et de conserver les différentes parties du cochon, d'après les plus nouveaux procédés, précédé de l'art d'élever les porcs, de les engraisser et de les guérir; par une réunion de Charcutiers, et rédigé par madame CELNARD. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHASSEUR,** contenant un Traité sur toutes les chasses: un vocabulaire des termes de vénerie, de fauconnerie et de chasse; les lois, ordonnances de police, etc., sur le port d'armes, la chasse, la pêche, la louveterie. *Cinquième édition.* Un vol. avec fig et musique. 3 fr

— **DU CHAUFOURNIER,** contenant l'art de calciner la pierre à chaux et à plâtre, de composer toutes sortes de mortiers ordinaires et hydrauliques, ciments, pouzzolanes artificielles, bétons, mastics, briques crues, pierres et tuiles, ou marbres factices propres aux constructions; par M. BISTON. Un gros vol. 3 fr.

— **DE CHIMIE,** ou Précis élémentaire de cette science, dans l'état actuel de nos connoissances; *Quatrième édition,* revue, corrigée, et très augmentée, par M. VERGNAUD. Un gros vol. orné de fig 3 fr. 50 c.

— **DE CHIMIE AMUSANTE,** ou nouvelles Récréations chimiques, contenant une suite d'expériences curieuses et instructives en chimie, d'une exécution facile, et ne présentant aucun danger: par FRÉDÉRIC ACCUM, suivi de notes intéressantes sur la Physique, la Chimie, la Minéralogie, etc. par SAMUEL PARKES. *Quatrième édition,* revue par M. VERGNAUD. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DU COLORISTE,** ou Instruction complète et élémentaire pour l'enluminure, le lavis et la retouche des gravures, images, lithographies, planches d'histoire naturelle, cartes géographiques et plans topographiques, contenant la description des instrumens et ustensiles propres au Coloriste, la composition, les qualités, le mélange, l'emploi des couleurs, et les différens travaux d'enluminure: par M. A.-M. PERROT, revu et augmenté par M. E. BLANCHARD, peintre d'histoire naturelle. un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

ART DE SE COIFFER SOI-MÊME, enseigné aux dames, suivi du MANUEL DU COIFFEUR, précédé de préceptes sur l'entretien, la beauté et la conservation de la chevelure, etc., etc.; par M. VILLARET Un joli vol. 2 fr. 50 c.

MANUEL DE LA BONNE COMPAGNIE, ou Guide de la politesse des égards, du bon ton et de la bienséance. *Septième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHARRON ET DU CARROSSIER,** ou l'Art de fabriquer toutes sortes de voitures: par M. NORMAN. Deux vol. ornés de pl 6 fr

— **DU CONSTRUCTEUR DES MACHINES A VAPEUR,** par M. JANVIER, officier au corps royal de la marine. Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DU CONSTRUCTEUR DES CHEMINS DE FER,** ou essai sur les principes généraux de l'art de construire les chemins de fer par M. EM. BIOT. un vol. 1 f.

— **POUR LA CONSTRUCTION ET LE DESSIN DES CARTES GÉOGRAPHIQUES,** contenant des considérations générales sur l'étude de la géographie, l'usage des cartes et les principes de leur rédaction, le tracé linéaire des *projections*, les instrumens qui servent aux différentes opérations, et la manière de dessiner toutes espèces de cartes; par A.-M. PERROT, *ouvrage orné d'un grand nombre de pl.* Un vol. 3 fr

MANUEL PRATIQUE DES CONTRE-POISONS, ou Traitement des individus empoisonnés, asphyxiés, noyés ou mordus par des animaux enragés et serpens, ou piqués par des insectes venimeux, suivi des moyens à employer dans les cas de mort apparente, par M. le doct. Chaussier. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50

— **DES CONTRIBUTIONS DIRECTES,** à l'usage des contribuables, des receveurs, des employés des contributions et du cadastre, suivi du manuel des réclamations, et la marche à suivre pour obtenir une juste et prompte décision, etc.; par M. Delonclé, ex-contrôleur. Un vol. 2 fr. 50

— **DU COUTELIER,** ou Traité théorique et pratique de l'art de faire toutes les ouvrages de coutellerie; par M. Landrin. Un gros vol. orné de planches. 5 fr. 50

— **DE L'HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS,** contenant leur description et leurs mœurs, avec figures dessinées d'après nature par feu M. Rosc, de l'Institut; édition mise au niveau des connaissances actuelles, par M. Desmarets, correspondant de l'Académie royale des Sciences. Deux vol. 6 fr.

— **DU CUISINIER ET DE LA CUISINIÈRE,** à l'usage de la ville et de la campagne, contenant toutes les recettes les plus simples pour faire bonne chère avec économie, ainsi que les meilleurs procédés pour la pâtisserie, l'office, précédé d'un Traité sur la dissection des viandes, suivi de la manière de conserver les substances alimentaires, et d'un traité sur les vins; par M. Cardelli, ancien chef d'office. *Dixième édition.* Ung gros vol. orné de 2 fr. 50 c.

— **DU CULTIVATEUR-FORESTIER,** contenant l'art de cultiver ou former tous les arbres indigènes et exotiques, propres à l'aménagement des bois, l'application des termes techniques employés dans le langage forestier et en botanique dendrologique: un extrait des lois concernant les propriétés particulières soumises au régime forestier et les fonctions des gardes; enfin une Flore dendrologique de la France; par M. Boitard, membre de plusieurs sociétés savantes nationales et étrangères. Deux vol. 5 fr.

— **DU CULTIVATEUR FRANÇAIS,** ou l'art de bien cultiver les terres, de soigner les bestiaux et de retirer des unes et des autres le plus de bénéfice possible; par M. Thiébaut de Bernaud. Deux vol. 5 fr.

— **DE LA CORRESPONDANCE COMMERCIALE,** contenant: Dictionnaire des termes du Commerce des modèles et des formules épistolaires et de comptabilité, pour tous les cas qui se présentent dans les opérations commerciales, avec des notions générales et particulières sur leur emploi; par M. C. F. Reiss-Lestiane. *Deuxième édition* revue, corrigée et augmentée d'un nouveau mode pour dresser les comptes d'intérêts, de plus, d'un traité sur les lettres de change, billets et autres effets de commerce, ainsi que de toutes les formules qui y sont relatives, etc. Un vol. 2 fr. 50

— **DES DAMES,** ou l'Art de l'Élégance; par mad. Celnart. *Deuxième édition.* Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DE LA DANSE,** comprenant la théorie, la pratique et l'histoire de cet art, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; à l'usage des amateurs et des professeurs, par M. Blasis; traduit de l'anglais par M. P. Vergnaud, et revu par M. Gardel. Un gros vol. orné de planches de musique. 5 fr. 50

— **DES DEMOISELLES,** ou Arts et Métiers qui leur conviennent tels que la couture, la broderie, le tricot, la dentelle, la tapisserie, les fleurs, les ouvrages en filets, en chenille, en gaze, en perles, en cheveux, etc., etc.; enfin tous les arts dont les demoiselles peuvent s'occuper avec agrément; par mad. Elisabeth Celnart. *Quatrième édition.* Un vol. orné de planches. 3 fr.

— **DU DESSINATEUR,** ou Traité complet de cet art, contenant le dessin géométrique, le dessin d'après nature et le dessin topographique; par M. Tannor, etc. Troisième édit., augmentée par M. Vergnaud. Un vol. de planches.

MANUEL DU DESSINATEUR ET DE L'IMPRIMEUR LITHOGRAPHE, par M. Bataille, lithographe breveté. *Troisième édit.* Un vol. orné de lithographies. 3 fr.

— **DU DESTRUCTEUR DES ANIMAUX NUISIBLES**, ou l'Art de prendre et de détruire tous les animaux nuisibles à l'agriculture, au jardinage, à l'économie domestique, à la conservation des chasses, des étangs, etc., etc.; par M. Vérardi. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 4 fr.

— **DU DISTILLATEUR LIQUORISTE**, ou Traité de la distillation en général, suivi de l'*Art de fabriquer* des liqueurs à peu de frais et d'après les meilleurs procédés; par M. Lebeau *Quatrième édit.* Un vol. 3 fr. 50 c.

— **DES DOMESTIQUES**, ou l'Art de former de bons serviteurs; savoir: maîtres-d'hôtels, cuisiniers, cuisinières, femmes et valets de chambre, frotteurs, portiers, bonnes d'enfans, cochers, etc. par madame Celnart. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉCONOMIE DOMESTIQUE**, contenant toutes les recettes les plus simples et les plus efficaces sur l'économie rurale et domestique, à l'usage de la ville et de la campagne; par mad. Celnart. *Deuxième édit.* Un vol. orné de figures. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉCONOMIE POLITIQUE**, par M. J. Pautet. Un volume. 2 fr. 50 c.

— **DES ÉCOLES PRIMAIRES MOYENNES ET NORMALES**, ou Guide complet des instituteurs et des institutrices, contenant, 1° l'exposé des principes et des méthodes d'instruction et d'éducation populaire de tous les degrés; 2° des Catalogues pour la composition de bibliothèques populaires; 3° des Lois, Circulaires et Réglemens de l'autorité sur l'enseignement primaire; 4° des Plans pour la construction de maisons, d'écoles, et la distribution des salles de classes; par un membre de l'Université, et revu par M. Matter, inspecteur général des études. Un vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **D'ENTOMOLOGIE**, ou Histoire naturelle des Insectes, contenant la synonymie et la description de la plus grande partie des espèces d'Europe et des espèces exotiques les plus remarquables; par M. Boitard. Deux gros vol. 7 fr.

ATLAS D'ENTOMOLOGIE, composé de 110 planches représentant les insectes décrits dans l'ouvrage ci-dessus.

Figures noires, 17 fr. Figures coloriées, 34 fr.

MANUEL D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE, par M. Reynaud. Un vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉQUITATION**, à l'usage des deux sexes, contenant le manège civil et militaire; le manège pour les dames, la conduite des voitures; les soins et l'entretien du cheval en santé; les soins à donner au cheval en voyage, les notions de médecine vétérinaire indispensables pour attendre les secours régulier de l'art; l'achat, le signalement et l'éducation des chevaux, orné de vingt-quatre jolies figures lithographiées par V. Adam. Par M. A. D. Verdaud. Un vol. 3 fr.

— **DU STYLE ÉPISTOLAIRE**, ou Choix de lettres puisées dans nos meilleurs auteurs, précédé d'instructions sur l'Art épistolaire, et de notices biographiques; par M. Biscarrat, professeur. Un gros vol. *Deuxième édition.* 2 fr. 50 c.

— **DE L'ESSAYEUR**, par M. Vauquelin; suivi de l'Instruction de M. Gay-Lussac sur l'essai des matières d'or et d'argent par la voie humide, et des dispositions du laboratoire de la monnaie de Paris; par M. Dancet; édition publiée par M. Vergnaud, ancien élève de l'École polytechnique. Un vol. orné de planch. 3 fr.

— **DU FABRICANT D'ETOFFES IMPRIMÉES ET DU FABRICANT DE PAPIERS PEINTS**, contenant les procédés les plus nouveaux pour imprimer les étoffes de coton, de lin, de laine et de soie, et pour orner la surface de toutes sortes de papiers; par M. Sébastien Lenormand. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU FABRICANT D'INDIENNES**, renfermant les impressions des toiles *des rubis* et *des soies*, précédé de la description botanique et chimique de

nuel du fabricant d'étoffes imprimées et de papiers peints, par M. L.-J.-
professeur de chimie appliquée aux arts et à la teinture. Un vol.

MANUEL DU FABRICANT DE DRAPS, ou Traité gé
fabrication des draps; par M. Bonnet. Un vol.

— DU FABRICANT ET DE L'ÉPURATEUR D'HUILE.
Aperçu sur l'éclairage par le gaz; par M. Julia Fontenelle. U
de pl.

— DU FABRICANT DE CHAPEAUX EN TOUS GENRE
feutres divers, schakos, chapeaux de soie, de coton, et autres
menteuses; chapeaux de plumes, de cuir, de paille, de bois, d'
enrichi de tous les brevets d'invention; par MM. Clen et P., fabri
Fontenelle professeur de chimie. Un vol. orné de pl.

— DU FABRICANT DE GANTS, considéré dans ses rapports
gisserie, la chamoiserie et les diverses opérations qui s'y rat
M. Vallat d'Artois, ancien fabricant. Un vol. orné de planch.

— DU FABRICANT DE PAPIERS, ou Traité complet de
M. Sébastien Lenormand. Deux vol. ornés d'un grand nombre de p

— DU FABRICANT DE PRODUITS CHIMIQUES, ou
Procédés usuels relatifs aux matières que la chimie fournit aux art
à la médecine et à la pharmacie, renfermant la description des
des principaux ustensiles en usage dans les laboratoires; par M. Th
fesseur de chimie, chef des travaux chimiques de l'ancienne
M. Vauquelin. Deux vol. ornés de pl.

— DU FABRICANT ET DU RAFFINEUR DU SUCRE,
es différens moyens d'extraire le sucre et de le raffiner; par M.M
et Zoega. *Second édition*, revue par M. Julia Fontenelle. Un vol.

— THÉORIQUE ET PRATIQUE DU FABRICANT D
ET DE POIRÉ, avec les moyens d'imiter av
le vin de raisin, l'eau-de-vie et le vinaigre de
de fruits et les vins de liqueurs artificiels, de
des vins, et de faire avec les raisins de tous
Bourgogne, du Cher, de Touraine, de Saint-Gilles, de Roussil
deaux et autres. Ouvrage indispensable aux marchands de vins,
cidre, cultivateurs, et aux amis de l'économie domestique, avec
M. L. F. Dubief. Un vol.

— DU FERBLANTIER ET DU LAMPISTE, ou l'Art de c
en ferblanc tous les ustensiles possibles, l'étamage, le travail du
fabriquer les lampes d'après tous les systèmes anciens et nouveaux
grand nombre de figures et de modèles pris dans les meilleurs
M. Lebrun. Un vol. in-18.

— DU FLEURISTE ARTIFICIEL, ou l'Art d'imiter d'après
espèce de fleurs en papier, batiste, mousseline et autres étoffes
gaze, taffetas, satin, velours; de faire des fleurs en or, argent, c
mes, paille, baleine, cire, coquillages, les autres fleurs de fantai
artificielles; et contenant tout ce qui est relatif au commerce des fl
L'art du Plumassier, par madame Celnart. Un vol. de fig.

— DU FONDEUR SUR TOUS MÉTAUX, ou Traité
opérations de la fonderie, contenant tout ce qui a rapport à l
moulage du cuivre, à la fabrication des pompes à incendie et
hydrauliques, etc., etc.; par M. Launay, fondeur de la colonn
Vendôme, etc. Deux vol. ornés d'un grand nombre de pl.

— THÉORIQUE ET PRATIQUE DU MAITRE DE F
l'Art de travailler le fer; par M. Landrin, ingénieur civil. De
de pl.

MANUEL-FORMULAIRE DE TOUS LES ACTES SOUS S
PRIVÉES, par M. Bibet, jurisconsulte. Un vol.

[redacted]

UEL DES GARDES CHAMPÊTRES, FORESTIERS, GARDES ES, contenant l'exposé méthodique des lois, etc.: sur leurs attributions s, droits et devoirs, avec les formules et modèles des rapports et des verbaux: par M. Boyard *Nouvelle édition*. Un vol. 2 fr. 50 c.

ES GARDES MALADES, et des personnes qui veulent se soigner èmes; ou l'Ami de la santé, contenant un exposé clair et précis des donner aux malades de tout genre; par M. Morin, docteur en méden vol. *Troisième édition*. fr. 50 c.

ES GARDES NATIONAUX DE FRANCE, contenant l'école du et de peloton, d'après l'ordonnance du 4 mars 1831, l'entretien des ar etc., précédé de la nouvelle loi de 183 sur la garde nationale l'étatle modèle du drapeau, l'ordre du jour sur l'uniforme en général, et our les communes rurales: adopté par le généal en chef: par. M. R. L. *deuxième édition*, ornée d'un grand nombre de figures représentant les uniformes de la gard nationale, et toutes celles nécessaires pour l'exerles manœuvres. Un gros vol. in-8, 1 fr. 25 c., et 1 fr. 75 c. par la L'on ajoutera 50 c. pour recevoir le même ouvrage avec tous les uniforloriés.

ÉOGRAPHIQUE, ou le nouveau Géographe-manuel, contenant la tion statistique et historique de toutes les parties du monde; la Conce des calendriers: une Notice sur les lettres de change, bons au porbillets à ordre, etc.; le Système métrique, la Concordance des mesures nes et nouvelles; les Changes et Monnaies étrangères évaluées en francs i es; par Alexandre Devilliers. Un gros vol. orné de pl. *Quatrième* 3 fr. 50 c.

DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, HISTORIQUE ET TOPOGRAUE DE LA FRANCE, divisée par Bassins; par M. V. A. Loriol, institution, membre de la société de géographie. *Deuxième édition*, revue; e et considérablement augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

DE GÉOMÉTRIE, ou Exposition élémentaire des principes de cience, comprenant les deux trigonométries, la théorie des projections, principales propriétés des lignes et surfaces du second degré, à l'usage des nes privées des secours d'un maître; par M. Terquem. *Deuxième édition* 1 vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

DE GYMNASTIQUE, par M. le colonel Amoros. Deux gros vol et composé de 50 pl. 10 fr. 50 c.

DU GRAVEUR, ou Traité complet de l'Art de la gravure en tous, d'après les renseignemens fournis par plusieurs artistes et rédigé par rrot. Un vol 3 fr.

DES HABITANS DE LA CAMPAGNE ET DE LA BONNE FERE, ou Guide pratique des travaux à faire à la campagne; par mesdames Dufour et Celnart. *Deuxième édition*. Un vol 2 fr. 50 c.

DE L'HERBORISTE, DE L'ÉPICIER-DROGUISTE ET DU MIER PÉPINIÉRISTE, contenant la description des végétaux, les de leur naissance, leur analyse chimique et leurs propriétés médicales; M. Julia Fontenelle et Tollard. Deux gros vol. 7 fr.

D'HISTOIRE NATURELLE, comprenant les trois règnes de la e, ou *Genera* complet des animaux, des végétaux et des minéraux; par ..ard. Deux gros vol. 7 fr.

les différentes parties de l'Histoire naturelle, et qui se vendent séparément.

LAS POUR LA BOTANIQUE, composé de 120 pl., fig. noires. 18 fr. oloriées. 36 f.

POUR LES *MOLLUSQUES*, représentant les mollusques nus et *les, 51 pl., fig. noires*, 7 fr. Fig. coloriées.

OUR LES CRUSTACÉS, 18 pl., fig. noires, 3 fr. Fig. coloriées.

ATLAS POUR LES INSECTES, 110 pl., fig. noires, 17 fr. Fig. coloriées. 34 fr.

— **POUR LES MAMMIFÈRES**, 80 pl., fig. noires, 12 fr. Fig. coloriées, 24 fr.

— **POUR LES MINÉRAUX**, 40 pl., fig. noires, 6 fr. Fig. coloriées. 12 fr.

— **POUR LES OISEAUX**, 129 pl., fig. noires, 20 fr. Fig. coloriées. 40 fr.

— **POUR LES POISSONS**, 155 pl., fig. noires, 24 fr. Fig. coloriées. 48 fr.

— **POUR LES REPTILES**, 54 pl., fig. noires, 9 fr. Fig. coloriées. 18 fr.

— **POUR LES ZOOPHYTES**, représentant la plupart des vers et des animaux plantes, 25 pl., fig. noires, 6 fr. Fig. coloriées. 11 fr.

MANUEL DE L'HORLOGER ou Guide des ouvriers qui s'occupent de la construction des machines propres à mesurer le temps; par M. Sébastien Le Normand. Un gros vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— **D'HYGIÈNE**, ou l'Art de conserver sa santé; par M. Morin, docteur médecin. Un vol. 3 fr.

— **DU JARDINIER**, ou l'Art de cultiver et de composer toutes sortes de jardins; ouvrage divisé en deux parties: la première contient la culture des jardins potagers et fruitiers; la seconde, la culture des fleurs, et tout ce qui a rapport aux jardins d'agrément; dédié à M. Thouin, ex-professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle, membre de l'Institut, etc.; par M. Bailly, son élève. *Sixième édition*, revue, corrigée et considérablement augmentée. Deux gros vol. ornés de pl. 5 fr.

MANUEL DU JARDINIER DES PRIMEURS, ou l'Art de forcer la nature à donner ses productions en tout temps; par MM. Noisette et Boitard. Un vol. orné de pl. 3 fr.

—**DE L'ARCHITECTE DES JARDINS**, ou l'Art de les composer et de les décorer; par M. Boitard, ouvrage orné de 120 pl. gravées sur acier. 15 fr.

— **DU JAUGEAGE ET DES DÉBITANS DE BOISSONS**, contenant les tarifs très simplifiés en anciennes et nouvelles mesures, relatifs à l'art de jauger; toutes les lois, ordonnances, règlemens sur les boissons, etc., etc.; par M. Laudier, membre de la Légion-d'Honneur, et par M. D..., avocat à la Cour royale de Paris. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DES JEUNES GENS**, ou Sciences, arts et récréations qui leur conviennent, et dont ils peuvent s'occuper avec agrément et utilité, tels que jeux de billes, etc.; la gymnastique, l'escrime, la natation, etc.; les amusemens d'arithmétique, d'optique, aérostatiques, chimiques, etc.; tours de magie, de cartes, feux d'artifice, jeux de dames, d'échecs, etc.; traduit de l'anglais par Paul Vergnaud. Ouvrage orné d'un grand nombre de vignettes gravées sur bois par Godard. De[illegible]l. 6 fr.

— **DES JEUX DE CALCUL ET DE HASARD**, ou nouvelle Académie des jeux, contenant tous les jeux préparés simples, tels que les jeux de l'Oie, de Loto, de Domino, les jeux préparés composés, comme Dames, Trictrac, Echecs, Billard, etc.; 1° tous les jeux de Cartes, soit simples, soit composés, 2° les jeux d'enfans, les jeux communs, tels que la Bête, la Mouche, la Triomphe, etc.; 3° les jeux de salon, comme le Boston, le Reversis, le Whist; les jeux d'application, le Piquet, etc.; 4° les jeux de distraction, comme le Commerce, le Vingt-et-Un, etc.; 5° enfin les jeux spécialement dits de *Hasard*, tels que le Pharaon, le Trente et Quarante, la Roulette, etc. *Seconde édition*; par M. Lebrun. Un vol. 3 fr.

— **DES JEUX DE SOCIÉTÉ**, renfermant tous les jeux qui conviennent aux jeunes gens des deux sexes, tels que Jeux de jardin, Rondes, Jeux-Rondes, Jeux publics, Montagnes russes et autres; Jeux de salon, Jeux préparés: Jeux-Gages, Jeux d'Attrape, d'Action, Charades en action: Jeux de Mémoire, Jeux d'Esprit, Jeux de Mots, Jeux-Proverbes, Jeux-Pénitences, etc.; par madame Celnart. Deuxième édition. Un gros vol. 3 fr.

— **DES CLASSES ÉLÉMENTAIRES DE LATIN**, ou Cours de thème pour les huitième et septième, par M. Soulas, instituteur. Un vol. 2 fr. 50 c.

MANUEL DU LIMONADIER ET DU CONFISEUR, contenant les meilleurs procédés pour préparer le café, le chocolat, le punch, les glaces, boissons rafraîchissantes, liqueurs, fruits à l'eau-de-vie, confitures, pâtes, esprits, essences, vins artificiels, pâtisserie légère, bière, cidre, eaux, pommades et poudres cosmétiques, vinaigres de ménage et de toilette, etc., etc.; par M. CARDELLI. Un gros vol. *Sixième édition* 2 fr. 50 c.

— **DE LITTÉRATURE A L'USAGE DES DEUX SEXES,** contenant un précis de rhétorique, un traité de la versification française, la définition de tous les différens genres de compositions en prose et en vers, avec des exemples tirés des prosateurs et des poètes les plus célèbres, et des préceptes sur l'art de lire à haute voix, par M. VIGER. *Troisième édition*, revue par madame d'HAUTPOUL. Un vol. in 18. 1 fr. 75 c.

— **DU LUTHIER,** contenant, 1° la construction intérieure et extérieure des instrumens à archets, tels que Violons, Alto, Basses et Contre-Basses; 2° la construction de la Guittare; 3° la confection de l'Archet; par M. J.-C. MAUGIN. Un vol., orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **DU MAÇON-PLATRIER, DU CARRELEUR, DU COUVREUR ET DU PAVEUR,** par TOUSSAINT. Un vol. orné de planches. 3 fr.

— **DE LA MAITRESSE DE MAISON ET DE LA PARFAITE MÉNAGÈRE,** ou Guide pratique pour la gestion d'une maison à la ville et à la campagne, contenant les moyens d'y maintenir le bon ordre et d'y établir l'abondance, de soigner les enfans, de conserver les substances alimentaires, etc. *Troisième édition*, revue par madame CELNART. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE MAMMALOGIE,** ou l'Histoire naturelle des Mammifères; par M. LESSON, membre de plusieurs Sociétés savantes. 1 gros vol. 3 fr. 50 c.

ATLAS DE MAMMALOGIE, composé de 80 planches représentant la plupart des animaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 12 fr. Figures coloriées. 24 fr.

MANUEL COMPLET DES MARCHANDS DE BOIS ET DE CHARBONS, ou Traité de ce commerce en général, contenant tout ce qu'il est utile de savoir, depuis l'ouverture des adjudications des coupes jusques et compris l'arrivée et le débit des bois et charbons, ainsi que le précis des lois, ordonnances, règlemens, etc., sur cette matière; suivi de NOUVEAUX TARIFS pour le cubage et le mesurage des bois de toute espèce, en anciennes et nouvelles mesures; par M. MARIÉ DE L'ISLE, ancien agent du flottage des bois. *Seconde édition.* Un vol. 3 fr.

— **DU MÉCANICIEN-FONTAINIER, POMPIER, PLOMBIER,** contenant la théorie des pompes ordinaires, des machines hydrauliques les plus usitées, et celle des pompes rotatives, leur application à la navigation sous-marine, à un mode de nouveau réfrigérant; l'Art du Plombier, et la description des appareils les plus nouveaux relatifs à cette branche d'industrie; par MM. JANVIER et BISTON. *Deuxième édition.* Un vol., orné de planches. 3 fr.

— **D'APPLICATIONS MATHEMATIQUES USUELLES ET AMUSANTES,** contenant des problèmes de Statique, de Dynamique, d'Hydrostatique et d'Hydrodynamique, de Pneumatique, d'Acoustique, d'Optique, etc., avec leurs solutions; des notions de Chronologie, de Gnomonique, de Levée des Plans, de Nivellement, de Géométrie pratique, etc., avec les formules y relatives: plus, un grand nombre de tables usuelles, et terminé par un Vocabulaire renfermant la substance d'un Cours de Mathématiques élémentaires; par M. RICHARD. *Deux-ième édition.* Un gros vol. 3 fr.

— **SIMPLIFIE DE MUSIQUE,** ou Nouvelle Grammaire contenant les principes de cet art; par M. LE DUC. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DE MÉCANIQUE,** ou Exposition élémentaire des lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître; par M. TRAQUAIR. *Deuxième* édition. Un gros vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MEDECINE ET CHIRURGIE DOMESTIQUES,** contenant la connoissance des remèdes les plus simples et les plus efficaces pour la guérison de tous

les maladies internes et externes qui affligent le corps humain. *Troisième édition*, entièrement refondue et considérablement augmentée; par M. Mozin, docteur médecin. Un vol. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU MENUISIER EN MEUBLES ET EN BATIMENS, ou l'Art de l'ébénisie, contenant tous les détails utiles sur la nature des bois indigènes et exotiques, la manière de les travailler, d'en faire toutes les espèces d'ouvrages et de meubles, de les polir et vernir, d'exécuter toutes sortes de planches et de marqueterie; par M. Nosban, menuisier-ébéniste. *Quatrième édition*, Deux vol. ornés de planches. 6 fr.

— **DE LA JEUNE MÈRE**, ou Guide pour l'éducation physique et morale des enfans; par madame Campan, surintendante d'Ecouen. Un vol. 3 fr.

— **DE MÉTÉOROLOGIE**, ou Explication théorique et démonstrative des phénomènes connus sous le nom de météores; par M. Pelletan. Un vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MINERALOGIE** ou Traité élémentaire de cette science, d'après l'état actuel de nos connaissances; par M. Blonbeau *Troisième édition*, revue par M. Julia Fontenelle. Un gros vol. 5 fr. 50 c.

ATLAS DE MINERALOGIE, composé de 40 planches représentant la plupart des minéraux décrits dans l'ouvrage ci dessus:

Figures noires. 6 fr. Figures coloriées 12 fr.

— **DE MINIATURE ET DE GOUACHE**, par M. Constant Vigier; suivi du Manuel du Lavis a la sepia et de l'Aquarelle, par M. Langlois de Longueville. *Troisième édition*. Un gros vol., orné de planches. 5 fr.

— **D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE ET DE PHARMACOGRAPHIE**, ou Tableau synoptique, méthodique et descriptif des produits que la médecine et les arts empruntent à l'histoire naturelle; *res non verba*; par M. R. P. Lesson, pharmacien en chef de la marine et professeur de chimie à l'école de médecine de Rochefort. Deux vol. 5 fr.

— **DE L'HISTOIRE NATURELLE DES MOLLUSQUES ET DE LEURS COQUILLES**, ayant pour base de classification celle de M. Cuvier, par M. Blainville. Un gros vol. orné de planches. 5 fr. 50 c.

ATLAS POUR LES MOLLUSQUES, représentant les Mollusques nus et les coquilles 51 planches Figures noires. 7 fr.

Figures coloriées. 14 fr.

MANUEL DU MOULEUR, ou l'Art de mouler en plâtre, carton, cartonpierre, carton cuir, cire, plomb, argile, bois, écaille, corne, etc., etc., contenant tout ce qui est relatif au moulage sur nature morte et vivante, au moulage de l'argile etc.; par M. Lebreton. Un vol., orné de figures. 2 fr. 50 c.

— **DU MOULEUR EN MÉDAILLES**, ou l'Art de les mouler en plâtre, en soufre, en cire, à la mie de pain et en gélatine, ou à la colle-forte; suivi de l'art de clicher ou de frapper les creux et les reliefs en métaux, par M. F. B. Robert, membre de la société d'émulation du Jura. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DU NATURALISTE PRÉPARATEUR**, ou l'Art d'empailler les animaux, de conserver les végétaux et les minéraux; par M. Boitard. Un vol. *Troisième édition*. 3 fr.

DU NÉGOCIANT ET DU MANUFACTURIER, contenant les Lois et Réglemens relatifs au commerce aux fabriques et à l'industrie; la connaissance des marchandises; les usages dans les ventes et achats; les poids, mesures, monnaies étrangères; les douanes et les tarifs des droits; par M. Peuvret. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DES OFFICIERS MUNICIPAUX**, Nouveau guide des maires, adjoints et conseillers municipaux, dans leurs rapports avec l'ordre administratif et l'ordre judiciaire, les colléges électoraux, la garde nationale, l'armée, l'administration forestière, l'instruction publique et le clergé, *selon la législation nouvelle*; suivi d'un formulaire de tous les actes d'administration et de police *administrative* et judiciaire; par M. Edvard. Deux édit. Un gros vol. 5 fr.

— **SIMPLIFIÉ DE L'ORGANISTE**, ou nouvelle méthode pour exécuter sur l'orgue tous les offices de l'année, selon les rituels parisien

romain, sans qu'il soit nécessaire de connaître la musique, par M. Miné, organiste de Saint-Roch; suivi des leçons d'orgue de Kegel. Un vol. in-8 oblong. 3 fr. 50 c.

MANUEL D'OPTIQUE, par MM. David Brewster, membre et correspondant de l'Institut de France et Vergnaud. Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

— **D'ORNITHOLOGIE DOMESTIQUE**, ou Guide de l'amateur des oiseaux de volière, histoire générale et particulière des oiseaux de chambre, avec les préceptes que réclament leur éducation, leurs maladies, leur nourriture, etc, etc.; ouvrage entièrement refondu par M. R. P. Lesson. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **D'ORNITHOLOGIE**, ou Description des genres et des principales espèces d'oiseaux; par M. Lesson. Deux gros vol 7 fr.

ATLAS D'ORNITHOLOGIE, composé de 129 planches représentant les oiseaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 20 fr.
Figures coloriées. 40 fr.

MANUEL DE L'ORTHOGRAPHISTE, ou Cours théorique et pratique d'orthographe, contenant des règles neuves ou peu connues sur le redoublement des consonnes, sur les diverses manières de représenter les sons ressemblans de la langue française, suivi d'un recueil d'exercice, d'un traité de ponctuation, etc., par T. Tarbury. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU PARFUMEUR**, contenant les moyens de perfectionner les pâtes odorantes, les poudres de diverses sortes, les pommades, les savons de toilette, les eaux de senteur, les vinaigres, élixirs, etc., etc., et où se trouve indiqué un grand nombre de compositions nouvelles; par madame Celnart. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU MARCHAND PAPETIER ET DU RÉGLEUR**, contenant la connaissance des papiers divers, la fabrication des crayons naturels et factices gris, noirs et colorés; la préparation des plumes, des pains et de la cire à cacheter, de la colle à bouche, des sables, etc.; par M. Julia-Fontenelle et M. Poisson. Un gros vol. orné de planches. 3 fr.

— **DU PATISSIER, DE LA PATISSIERE**, à l'usage de la ville et de la campagne, contenant les moyens de composer toutes sortes de pâtisseries; par M. Leblanc. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE PHARMACIE POPULAIRE**, simplifiée et mise à la portée de toutes les classes de la société, contenant les formules et les pratiques nouvelles publiées dans les meilleurs dispensaires, les cosmétiques et les médicamens par brevet d'invention, les secours à donner aux malades dans les cas urgens avant l'arrivée du médecin, etc.; par M. Julia Fontenelle. Deux vol. 6 fr.

— **DU PÊCHEUR FRANÇAIS**, ou Traité général de toutes sortes de pêches; l'Art de fabriquer les filets; un traité sur les étangs; un Précis des lois, ordonnances et réglemens sur la pêche, etc., etc.; par M. Person-Maisonneuve. *Deuxième édition.* Un vol., orné de figures. 5 fr.

— **DU PEINTRE EN BATIMENS, DU DOREUR ET DU VERNISSEUR**, ouvrage utile tant à ceux qui exercent ces arts qu'aux fabricans de couleur et à toutes les personnes qui voudraient décorer elles mêmes leurs habitations, leurs appartemens, etc.; par M. Vergnaud. *Sixième édition*, revue et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU PEINTRE D'HISTOIRE ET DU SCULPTEUR**, par M. Arsenne. Deux vol. 6 fr.

— **DE PERSPECTIVE, DU DESSINATEUR ET DU PEINTRE**, contenant les Elémens de géométrie indispensables au tracé de la perspective, la perspective linéaire et aérienne, et l'étude du dessin et de la peinture spécialement appliquée au paysage, par M. Vergnaud, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. *Quatrième édition.* Un vol., orné d'un grand nombre de pl. 3 fr.

— **DE PHILOSOPHIE EXPÉRIMENTALE**, ou Recueil de dissertations *sur les questions* fondamentales de métaphysique, extraites de Locke, Condillac, Destutt Tracy, Degérando, La Romiguière, Jouffroy, Reid, Du

guld Stewart, Kant, Courier, etc.; ouvrage conçu sur le plan des leçons
M. Noël; par M. Amic, régent de rhétorique à l'Académie de Paris. Un
vol. 3 fr.

MANUEL DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, DE PHYSIQUE,
CHIMIE ET DE MINÉRALOGIE, APPLIQUÉES A LA CULTURE;
M. Bosc. Un vol. orné de pl.

— DE PHYSIQUE, ou Élémens abrégés de cette science, mis à la p
des gens du monde et des étudians, contenant l'exposé complet et méthod
des propriétés générales des corps solides, liquides et aériformes, ainsi que
phénomènes du son; suivi de la nouvelle Théorie de la lumière dans le sys
des ondulations, et de celles de l'électricité et du magnétisme réunis;
M. Bailly, élève de MM. Arago et Biot. *Sixième édition.* Un vol.
de pl. 2 fr.

— DE PHYSIQUE AMUSANTE, ou nouvelles Récréations physiq
contenant une suite d'expériences curieuses, instructives, et d'une exécu
facile; ainsi que diverses applications aux arts et à l'industrie; suivi
Vocabulaire de physique; par M. Julia Fontenelle. *Quatrième édition.*
vol. orné de pl.

— DU POÊLIER-FUMISTE, ou Traité complet de cet art, indiquant
moyens d'empêcher les cheminées de fumer, l'art de chauffer économiquem
t d'aérer les habitations, les manufactures, les ateliers, etc.; par M.
DENNI et Julia Fontenelle. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl.

— DES POIDS ET MESURES, des Monnaies et du Calcul décimal;
M. Tarbé *Quinzième édition.* Un vol.

— DU PORCELAINIER, DU FAIENCIER ET DU POTIER
TERRE, suivi de l'Art de fabriquer les terres anglaises et de pipe, ainsi
les poêles, les pipes, les carreaux, les briques et les tuiles; par M. Borre
cien fabricant et pensionnaire du Roi. Deux vol.

— DU PRATICIEN, ou Traité complet de la science du *Droit mis*
portée de tout le monde, où sont présentées les instructions *sur la manière*
conduire toutes les affaires, tant civiles que judiciaires, commerciales et cri
nelles, qui peuvent se rencontrer dans le cours de la vie, avec les formules
tous les actes, et suivi d'un Dictionnaire administratif abrégé; par MM.
t Ronbonneau. *Troisième édition.* Un gros vol. 5 fr.

— DES PROPRIÉTAIRES D'ABEILLES, contenant: 1° la ruche vi
g oise et lombarde, et les ruches à hausses, perfectionnées au moyen de pe
g illages en bois, très faciles à exécuter; 2° des procédés pour réunir
e mble plusieurs ruches faibles, afin d'être dispensé de les nourrir; 3° une
thode très avantageuse de gouverner les abeilles, de quelque forme que soi
l urs ruches, pour en tirer de grands profits; par J. Radouan. *Troisième édi*
o trigée, et suivie de L'Art d'élever les vers a soie et de cultiver le mûr
r M. Mosin. Un gros vol. orné de pl.

— DU PROPRIÉTAIRE ET DU LOCATAIRE OU SOUS-LO
TAIRE, tant de biens de ville que de biens ruraux; par M. Serbent. 7
ième édition. Un volume. 2 fr. 5

— DE LA PURETÉ DU LANGAGE, ou Dictionnaire des difficultés
la langue française, relativement à la prononciation, au genre des substan
à l'orthographe, à la syntaxe et à l'emploi des mots, où sont signalées
corrigées les expressions et les locutions vicieuses usitées dans la conversat
par *MM. Bescherel* et *Bonifface.* 1 vol. 2 fr.

— DU RELIEUR DANS TOUTES SES PARTIES, précédé
Arts de l'assembleur, du brocheur, du marbreur, du d[illegible]eur et du satin
p r M. Sébastien Lenormand. Seconde édition. Un gros vol[illegible] orné de pl.

DU SAPEUR-POMPIER, contenant la description des machine
age contre les incendies, l'ordre du service, les exercices pour la manœ
s pompes, etc.; par M. Joly, capitaine; suivi de la description du
draulique et de la pompe aspirante et foulante; par M. Lalanne. Un
Troisième édition.

MANUEL DU SAVONNIER, ou l'Art de faire toutes sortes de savons ; par une réunion de fabricans, et rédigé par mad. Gacon-Dufour et un amateur de chimie. Un vol. 3 fr.

— **DU SERRURIER**, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après les notes fournies par plusieurs Serruriers distingués de la capitale, et rédigé par M. le comte de Grandpré, *Seconde édition*. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU SOMMELIER**, ou Instruction pratique sur la manière de soigner les vins ; contenant la dégustation, la clarification, le collage et la fermentation secondaire des vins, les moyens de prévenir leur altération et de les rétablir lorsqu'ils sont dégénérés, de distinguer les vins purs des vins mélangés, frelatés ou artificiels, etc., etc. ; dédié à M. le comte Chaptal par M. Julien ; quatrième édition, 1 vol. in-18, orné d'un grand nombre de figures. 4 fr.

— **DE STÉNOGRAPHIE**, ou l'Art de suivre la parole en écrivant par M. Hip. Prévost. Un volume, orné de planches. 1 fr. 75 c.

— **DU TAILLEUR D'HABITS**, ou Traité complet et simplifié de cet art, contenant la manière de tracer, couper, confectionner les vêtemens ; précédé d'une Notice sur les outils du tailleur, sur les étoffes à employer pour les vêtemens d'homme, etc., ainsi que les uniformes de tous les corps de l'armée ; par M. Vandael, tailleur au Palais-Royal. Un vol. orné d'un grand nombre de fig. 2 fr 50 c

— **COMPLET DES SORCIERS**, ou la Magie blanche dévoilée par les découvertes de la chimie, de la physique et de la mécanique ; les scènes de ventriloquie, etc., exécutées et communiquées par M. Comte, physicien du Roi, et par M. J. Fontenelle. *Deuxième édition*. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU TANNEUR, DU CORROYEUR, DE L'HONGROYEUR ET DU BOYAUDIER**, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, relativement à la préparation et à l'amélioration des cuirs, et généralement toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts. *Seconde édition*, revue par M. Julia de Fontenelle. Un vol. orné de pl. 3 fr. 50 c

— **DU TAPISSIER, DÉCORATEUR ET MARCHAND DE MEUBLES**, contenant les principes de l'Art du tapissier, les instructions nécessaires pour choisir et employer les matières premières, décorer et meubler les appartemens, etc., par M. Garnier Audign. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50 c.

— **COMPLET DU TENEUR DE LIVRES**, ou l'Art de tenir les livres en peu de leçons, par des moyens prompts et faciles ; les diverses manières d'établir les comptes courans avec ou sans nombres rouges de calculer les époques communes, les intérêts, les escomptes, etc., etc. ; ouvrage à l'aide duquel on peut apprendre sans maître ; par M. Tarbay, professeur. *Deuxième édition*. Un gros vol. 3 fr.

— **DU TEINTURIER**, comprenant l'Art de teindre la laine, le coton, la soie, le fil, etc., ainsi que tout ce qui concerne l'Art du teinturier dégraisseur, etc., etc. ; par M. Vergnaud. *Troisième édition*. Un gros vol. orné de figures. 3 fr.

— **DU TOISEUR EN BATIMENS**, ou Traité complet de l'art de toiser tous les ouvrages de bâtiment, mis à la portée de tout le monde : ouvrage indispensable aux architectes, ingénieurs, experts, vérificateurs, propriétaires, etc., à l'usage de toutes les personnes qui s'occupent de la construction ou qui font bâtir ; par M. Lebosse. Première partie, *Terrasse* et *Maçonnerie*. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50 c.

— Deuxième partie, contenant la menuiserie, la peinture, la teinture, la vitrerie, la dorure, la charpente, la serrurerie, la couverture, la plomberie, le marbrerie, le carrelage, le pavage, la poêlerie, la fumisterie, le grillage et le treillage. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU TRAVAIL DES METAUX**, fer et acier manufacturés ; traduit de l'anglais par M. Vergnaud, capitaine d'artillerie. 2 vol. ornés de planches. 6 fr.

— ***DU TOURNEUR***, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après les

BABLES. *Deuxième édition.*, Deux vol. ornés de pl.

MANUEL DE TYPOGRAPHIE, IMPRIMERIE, contenant le théoriques et pratiques de l'imprimeur-typographe ; par M. Frey. d'un grand nombre de planches.

— **DU VERRIER ET DU FABRICANT DE GLACES**, crista précieuses, factices, verres colorés, yeux artificiels, etc. ; par Fontenelle. Un gros vol. orné de pl.

— **DU VÉTÉRINAIRE**, contenant la connaissance générale de la manière de les élever, de les dresser et de les conduire, la des leurs maladies, et les meilleurs modes de traitement, des préceptes rure, suivi de L'ART DE L'ÉQUITATION ; par M. Lebeaud. *Troisième* vol.

— **DU VIGNERON FRANÇAIS**, ou l'Art de cultiver la vigne les vins, eaux de-vie et vinaigres, contenant les différentes espèces de la vigne, ses maladies et les moyens de les prévenir ; les meilleu pour gouverner perfectionner et conserver les vins, les eaux-de-vie e ainsi que la manière de faire avec ces substances toutes les liqueurs, ner une cave, mettre en bouteilles, etc., etc. ; enfin de profiter av de tout ce qui nous vient de la vigne ; suivi d'un coup d'œil sur les m ticulières aux vignerons ; par M. Thiébaud de Berneaud. Un gros v pl. *Quatrième édition.*

— **DU VINAIGRIER ET DU MOUTARDIER**, suivi de no cherches sur la fermentation vineuse, présenté à l'Académie royale ces ; par M. Julia Fontenelle. Un vol.

— **DU VOYAGEUR DANS PARIS**, ou Nouveau Guide de l'étr cette capitale soit pour la visiter ou s'y établir : contenant la desc torique, géographique et statistique de Paris, son tableau politique, tion intérieure, tout ce qui concerne Paris, les besoins, les habit vie, les amusemens, etc., etc., orné de plans et de planches repré monumens : par M. Lebrun. Un gros vol.

— **DU ZOOPHILE**, ou l'Art d'élever et de soigner les anima ques; par un propriétaire cultivateur, et rédigé par madame Ce vol.

OUVRAGES SOUS PRESSE :

MANUEL DU BIBLIOPHILE ET DE L'AMATEUR DE par M. F. Denis

— **DE CHRONOLOGIE.**

— **DU FABRICANT DE SOIE.**

— **DU FACTEUR D'ORGUES.**

— **DU FILATEUR EN GÉNÉRAL ET DU TISSERAND**, 2 v

— **DE GÉOLOGIE.**

— **DE MYTHOLOGIE.**

Belle Edition, format in-8°.

SUITES A BUFFON,

Formant, avec les Œuvres de cet auteur, un Cours complet d'Histoire naturelle embrassant les trois règnes de la nature.

Les noms des auteurs indiqués ci-après seront pour le public une garantie certaine de la conscience et du talent apportés à la rédaction des différentes traités

MESSIEURS,

AUDINET-SERVILLE, ex-président de la société entomologique, membre de plusieurs sociétés savantes, nationales et étrangères, un des collaborateurs de l'*Encyclopédie*, auteur de plusieurs mémoires sur l'entomologie, etc. (*Orthoptères, Névroptères et Hémiptères.*)

AUDOUIN, professeur-administrateur du Muséum, membre de plusieurs sociétés savantes, nationales et étrangères. (*Annélides.*)

BIBRON, aide-naturaliste au Muséum. (*Collaborateur de M. Duméril, pour les Reptiles.*)

BOISDUVAL, membre de plusieurs sociétés savantes nationales et étrangères, collaborateur de M. le comte Dejean, auteur de l'*Entomologie de l'Astrolabe*, de l'*Iconos des Lépidoptères d'Europe*, de la *Faune de Madagascar*, etc., etc. (*Lépidoptères.*)

DE BLAINVILLE, membre de l'Institut, professeur-administrateur du Muséum d'histoire naturelle, professeur à la faculté des Sciences, etc. (*Mollusques.*)

DE BRÉBISSON, membre de plusieurs sociétés savantes, auteur des *Mousses* et de la *Flore de Normandie*. (*Plantes Cryptogames.*)

A. DE CANDOLLE, de Genève. (*Botanique.*)

CUVIER (Fr.), membre de l'Institut. (*Cétacés.*)

M. DEJEAN (le comte), lieutenant-général, pair de France. (*Coléoptères.*)

DESMAREST, membre correspondant de l'Institut, professeur de Zoologie à l'école vétérinaire d'Alfort. (*Poissons.*)

DUMÉRIL, membre de l'Institut, professeur-administrateur du Muséum d'Histoire naturelle, professeur à l'Ecole de Médecine, etc. (*Reptiles.*)

LACORDAIRE, naturaliste-voyageur, membre de la société Entomologique, auteur de divers mémoires sur l'entomologie, etc. (*Introduction à l'Entomologie.*)

LESSON, membre correspondant de l'Institut, professeur à Rochefort, naturaliste de l'expédition de *la Coquille*, auteur d'une foule d'ouvrages sur la Zoologie, etc., etc. (*Zoophytes et vers.*)

MACQUART, directeur du Muséum de Lille, auteur des *Diptères du nord de la France*, etc., etc. (*Diptères.*)

MILNE-EDWARDS, professeur d'Histoire naturelle, membre de diverses Sociétés savantes, auteur de plusieurs travaux sur les crustacés, les insectes etc., etc. (*Crustacés.*)

LE PELETIER DE SAINT FARGEAU, président de la Société entomologique, un des collaborateurs de l'Encyclopédie, auteur de la Monographie des *Tenthrédines*, etc., etc. (*Hyménoptères.*)

WALCKENAER, membre de l'Institut, auteur de plusieurs travaux
nides, etc., etc. (*Arachnides et Insectes aptères*).

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION.

Les *Suites à Buffon* formeront 45 volumes in-8, environ, impri
plus grand soin et sur beau papier : ce nombre paraît suffisant pour
ensemble toute l'étendue de la matière; ainsi qu'il a été dit précédemm
auteur s'occupant depuis long-temps de la partie qui lui est confié
sera à même de publier en peu de temps la totalité des traités dor
sera cette utile collection.

A partir de janvier 1834, il paraîtra au moins tous les mois un
accompagné de livraisons d'environ 10 planches noires ou coloriées.

Prix du texte, chaque volume (1)		5 fr. 50 c.
Prix de chaque livraison	noire	3
	coloriée	6

Nota. *Les personnes qui souscriront pour des parties séparées pai
volume 6 fr. 50 c.*

Cette collection rendra un très grand service en remplissant la
mense que Buffon a laissé dans les sciences naturelles, car les no
laborateurs des *Suites à Buffon* en garantissent d'avance le succès.
suffit de nommer MM. de Blainville, de Candolle, Fr. Cuvier, le co
Desmarest, Duméril, Lesson, Walckenaer, etc, pour être certair
extraordinaires et consciencieux dont sera dotée cette collection
sera indispensable à tous les possesseurs des œuvres de Buffon, quel
l'édition.

Ouvrages complets déjà parus.

INTRODUCTION A LA BOTANIQUE, ou Traité élément
science, contenant l'Organographie, la Physiologie, la Méthodol
graphie des plantes, un aperçu des fossiles végétaux, de la Bota
ogie et de l'Histoire de la Botanique, par M. Alph. de Candoll
à l'académie de Genève, 2 vol. in-8vo et atlas. (Ouvrage terminé) P

HISTOIRE NATURELLE DES INSECTES DIPTÈRES,
quart, directeur du muséum de Lille, membre d'un grand nombr
savantes, avec deux livraisons de planches, 2 gros volumes, prix :
oires, et 25 fr., figures coloriées.

Ouvrages en publication.

HISTOIRE NATURELLE DES VÉGÉTAUX PHANÉROG
M. F. Spach, aide naturaliste au muséum, membre de la société
naturelles de France, et correspondant de la société de botaniq
de Londres : tomes 1 à 4, avec six livraisons de planches. Pri
volume, 6 f. 50 c.

HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS, comprenan

nprenant les principes généraux de l'anatomie et de la physiologie des , des détails sur leurs mœurs, et un résumé des principaux systèmes de ation proposés jusqu'à ce jour pour ces animaux ; par Lacordaire, e de la société entomologique de France, etc. Tome premier, avec une n de planches. Prix du volume, 6 fr. 50 c. Le tome second et dernier de rage paraîtra bientôt.

Volumes sous presse et qui paraîtront sous peu.

e premier des Lépidoptères, par M. Boisduval.
ées, 1 volume, par M. F. Cuvier.

SUITES A BUFFON;

FORMAT IN-18,

ant, avec les Œuvres de cet auteur, un Cours complet listoire naturelle, contenant les trois règnes de la nature; MM. Bosc, Bronguiart, Bloch, Castel, Guérin, de marck, Latreille, de Mirbel, Patrin, Sonnini et de iny, la plupart Membres de l'Institut et Professeurs au din du Roi.

collection, primitivement publiée par les soins de M. Déterville, et devenue la propriété de M. Roret, ne peut être donnée par d'autres s, n'étant pas, comme les Œuvres de Buffon, dans le domaine public. personnes qui auraient les suites de Lacépède, contenant seulement les s et les Reptiles, auront la liberté de ne pas les prendre dans cette ion.

Collection forme 54 volumes, ornés d'environ 600 planches dessi. après nature par Desève, et précieusement terminées au burin. Elle se se des ouvrages suivans :

TOIRE NATURELLE DES INSECTES, composée d'après Reau-Geoffroy, Degeer, Roesel, Linnée, Fabricius, et les meilleurs ouvrages t paru sur cette partie, rédigée suivant les méthodes d'Olivier et de La-, avec des notes, plusieurs observations nouvelles et des figures dessinées nature; par F.-M.-G. de Tigny et Bronguiart, pour les généralités. Edi- née de beaucoup de figures, augmentée et mise au niveau des connais- actuelles, par M. Guérin, 10 vol. ornés de planches, figures noires. 23 fr. 40 c.

même ouvrage, figures coloriées. 59 fr.

IATURELLE DES VÉGÉTAUX, classés par familles, avec la ci- de la classe et de l'ordre de Linnée, et l'indication de l'usage qu'on peut es plantes dans les arts, le commerce, l'agriculture, le jardinage, la ine, etc., des figures dessinées d'après nature, et un *Genera* complet, système de Linnée, avec des renvois aux familles naturelles de Jussieu; B. Lamarck membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire lle, et par C.-F.-B. Mirbel, membre de l'Académie des Sciences, pro- de botanique. Edition ornée de 120 planches représentant plus de 1600 15 vol., ornés de planches, figures noires. 30 fr. 90 c

même ouvrage, figures coloriées. 46 fr. 50 c.

TOIRE NATURELLE DES COQUILLES, contenant leur description, mœurs et leurs usages; par M. Bosc, membre de l'Institut. 5 vol. ornés ches figures noires. 10 fr 65

même ouvrage, figures coloriées . 16 fr. 50

ATURELLE DES VERS, contenant leur description, leurs mœ

leurs usages; par M. Bosc. 3 vol., ornés de planches, figures noir
Le même ouvrage, figures coloriées.

HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS, contenant l
tion, leurs mœurs et leurs usages; par M. Bosc. 2 vol., ornés de pl
noires.

Le même ouvrage, figures coloriées.

— NATURELLE DES MINÉRAUX, par M. E.-M. Patrin
de l'Institut. Ouvrage orné de 40 planches, représentant un gra
de sujets dessinés d'après nature. 5 vol. ornés de planches, fig

Le même ouvrage, figures coloriées.

— NATURELLE DES POISSONS, avec des fig. dessinées d'ap
par Bloch; ouvrage classé par ordres, genres et espèces, d'après le
Linnée, avec les caractères génériques, par René Richard Castel
née de 180 planches représentant 600 espèces de poissons (10 vol.).

Avec fig. coloriées.

— NATURELLE DES REPTILES, avec figures dessinées
ture, par Sonnini, homme-de-lettres et naturaliste, et Latreille,
l'Institut. Edition ornée de 64 planches, représentant environ 150
férentes de serpens, vipères, couleuvres, lézards, grenouilles, tortues,
ornés de planches, figures noires.

Le même ouvrage, figures coloriées.

Cette collection de 54 vol. a été annoncée en 108 demi vol., ou
brochés de cette manière aux personnes qui en feront la demande.

Tous les ouvrages ci-dessus sont en vente.

SOUSCRIPTIONS.

Troisième série.

NOUVELLES ANNALES
DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURE

RECUEIL DE MÉMOIRES de MM. les professeurs-administrat
établissement et autres naturalistes célèbres, sur les branches des s
turelles et chimiques qui y sont enseignées.

L'année 1832, première de la troisième série, forme un vol. in-4
30 francs.

MM. les Souscripteurs sont invités à renouveler promptement le
ment pour 1833, *le premier cahier devant bientôt paraître.*

Le prix est toujours de 30 fr. pour Paris, et de 33 fr., franc de po
départemens.

Quatre cahiers composent l'année; ils paraissent régulièrement to
mois, et forment à la fin de l'année un vol. in 4° d'environ 60 feuil
20 planches au moins. L'on souscrit chez Roret, rue Hautefeuille, 1

Ce recueil sera plus particulièrement consacré à la description
inédits ou peu connus, conservés dans ce Musée: il intéressera au
variété des Mémoires ou des observations qu'il offrira, les personne
une étude spéciale des diverses productions de la nature, soit viv
fossiles: l'anatomie comparée, la physiologie animale et végétale, e
compléteront ces connaissances par le secours de leurs lumières.

REVUE ENTOMOLOGIQUE, par M. Gustave Silbermann

raissant tous les mois par cahier d'au moins trois feuilles, formant avec les plan ches deux volumes à la fin de l'année

Prix de l'abonnement pour l'année *franco.* 36 fr.

ÉNUMÉRATION DES ENTOMOLOGISTES VIVANS, suivie de notes sur les collections entomologistes des musées d'Europe, etc., avec une table des résidences des entomologistes, par Silbermann, in-8. 3 fr.

JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE ET D'ÉDUCATION AGRICOLE, Troisième année. 6 fr.

Les précédentes années, à 6 fr.

ICONOGRAPHIE ET HISTOIRE DES LÉPIDOPTÈRES ET DES CHENILLES DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE; par le docteur Boisduval et par le major John Leconte de New York.

Cet ouvrage, dont il n'avait paru que huit livraisons, et interrompu par suite de la révolution de 1830, va être continué avec rapidité. Les livraisons 1 à 22 sont en vente, et les suivantes paraîtront à des intervalles très rapprochés.

L'ouvrage comprendra environ quarante livraisons. Chaque livraison contient trois planches coloriées, et le texte correspondant. Prix pour les souscripteurs, francs la livraison.

ICONES HISTORIQUE

DES LÉPIDOPTRÈS

NOUVEAUX OU PEU CONNUS.

Collection, avec figures coloriées, des Papillons d'Europe nouvellement découverts; ouvrage formant le complément de tous les auteurs iconographes, par e docteur Boisduval.

Cet ouvrage se composera d'environ 40 *livraisons* grand in-8°, comprenant chacune deux planches coloriées et le texte correspondant. Prix : 3 fr. *la livraison* sur papier vélin, et franche de port, 3 fr. 25 c.

Comme il est probable que l'on découvrira encore des espèces nouvelles dans les contrées de l'Europe qui n'ont pas été bien explorées, l'on aura soin de publier chaque année *une* ou *deux* livraisons, pour tenir les souscripteurs au courant des nouvelles découvertes. Ce sera en même temps un moyen très avantageux et très prompt pour MM. les entomologistes qui auront trouvé un Lépidoptère nouveau, de pouvoir le publier les premiers. C'est à-dire que, si après avoir subi un examen nécessaire, leur espece est réellement nouvelle, leur description sera imprimée textuellement; ils pourront même en faire tirer quelques exemplaires à part. — *Trente-quatre livraisons ont déjà paru*

COLLECTION

ICONOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE

DES CHENILLES,

Ou Description et Figures des Chenilles d'Europe, avec l'histoire de leurs métamorphoses, et des applications à l'agriculture, par MM. Boisduval, Ramour et Graslin

Cette collection se composera d'environ 60 livraisons format grand in-8°, et chaque livraison comprendra *trois planches coloriées* et le texte correspondant.

Le prix de chaque livraison sera de 3 fr. sur papier vélin, et franche de port 3 fr. 25 c. — *Trente quatre livraisons ont déjà paru.*

Les *dessins des espèces* qui habitent les environs de Paris, comme aussi *ceux des chenilles* que l'on a envoyées vivantes à l'auteur, ont été exécutés par *M. Dumesnil*, avec autant de précision que de talent. Il continuera à dess

toutes celles que l'on pourra se procurer en nature. Quant aux espèces propres à l'Allemagne, la Russie, la Hongrie, etc., elles seront peintes par les artistes les plus distingués de ces pays, et M. Dumesnil en dirigera la gravure et le coloris avec le même soin que pour l'*Icones*.

Le texte sera imprimé sans pagination; chaque espèce aura une page séparée, que l'on pourra classer comme on voudra. Au commencement de chaque page se trouvera le même numéro qu'à la figure qui s'y rapportera, et en tête le nom de la tribu, comme en tête de la planche.

Ces deux ouvrages, de beaucoup supérieurs à tout ce qui a paru jusqu'à présent, formeront un supplément et une suite indispensables aux ouvrages des Hubner, de Godard, etc. Tout ce que nous pouvons dire en faveur de ces deux ouvrages remarquables peut se réduire à cette expression employée par M. Dejean dans le cinquième volume de son *Species* : M. Boisduval est de tous nos entomologistes celui qui connaît le mieux les Lépidoptères.

FAUNE DE L'OCÉANIE, par le docteur Boisduval. Un gros vol. in 8, imprimé sur grand papier vélin. 10 fr.

ENTOMOLOGIE de Madagascar, Bourbon et Maurice. — *Lépidoptères*, par le docteur Boisduval; avec des notes sur les métamorphoses, par M. Sganzin.

Huit livraisons, renfermant chacune 2 pl. coloriées, avec le texte correspondant, sur papier vélin. 32 fr.

CATALOGUE DES LÉPIDOPTÈRES DU DEPARTEMENT DU VAR, par M. Canteneb. 2 fr.

SYNONYMIA INSECTORUM. — CURCULIONIDES; ouvrage comprenant la synonymie et la description de tous les Curculionites connus; par M. Schœnherr. 4 vol. in-8°. (Ouvrage latin.) Chaque partie, 9 fr.

Le premier et le second volume, contenant deux parties chaque, sont en vente.

En attendant que l'éditeur satisfasse l'impatience des naturalistes en leur livrant le grand ouvrage du célèbre entomologiste Schœnherr, qui renfermera la synonymie et la description méthodique de près de trois mille espèces de *Charançons*, et dont l'impression n'est pas encore achevée, il vient de recevoir de Suède et de mettre en vente le petit nombre d'exemplaires restant de la *Synonymia insectorum* du même auteur. Chacun des trois volumes qui composent ce dernier ouvrage est accompagné de planches coloriées, dans lesquelles l'auteur a fait représenter des espèces nouvelles. Un demi-volume, consacré à des descriptions d'espèces inédites, est annexé au troisième tome sous forme d'*Appendix*. Le prix de ces trois volumes et demi est de 30 fr. pris à Paris.

HERBARII TIMORENSIS DESCRIPTIO, cum tabulis 6 æneis auctore Decaisne, in-4. 15 fr.

INSECTA SUECICA, par M. Gyllenhal. Tomes 1 à 3. 33 fr.

FAUNA INSECTORUM LAPPONICA, par M. Zetterstedt. tomes 1 et 2.

VOYAGE

DE DÉCOUVERTES

AUTOUR DU MONDE,

Et à la recherche de La Peyrouse, par M. J. Dumont d'Urville, capitaine de vaisseau; exécuté sous son commandement et par ordre du gouvernement, sur la corvette *l'Astrolabe*, pendant les années 1826, 1827, 1828 et 1829. — Histoire du Voyage, 5 gros volumes in-8°, avec des vignettes en bois, *dessinées par* MM. de Sainson et Tony Johannot, gravées par Porret, accompagnés d'un atlas contenant 20 planches ou cartes grand in folio. 60 fr.

Ce Voyage, exécuté par ordre du gouvernement en 1826, 1827, 1828 et 1829 sous le commandement de M. Dumont d'Urville et rédigé par lui, n'a

Rien de commun avec le VOYAGE PITTORESQUE qui se publie sous sa direction.

Approuvé, D'URVILLE.

L'ART DE CRÉER LES JARDINS, contenant, les préceptes généraux de cet art; leur application développée sur des vues perspectives, coupe et élévations, par des exemples choisis dans les jardins les plus célèbres de France et d'Angleterre; et le tracé pratique de toutes espèces de jardins. Par M. N. Vergnaud, architecte, à Paris.

L'ouvrage, imprimé sur format in-fol., est orné de lithographies dessinées par nos meilleurs artistes et imprimées par MM. Thierry frères.

Il forme 6 livraisons de 4 planches chacune avec plusieurs feuilles de texte.

Chaque livraison est du prix de 12 francs sur papier blanc.

— 15 *id.* *id.* Chine.

— 24 *id.* coloriée.

NOUVEL ATLAS NATIONAL

DE LA FRANCE,

Par départemens, divisés en arrondissemens et cantons, avec le tracé des routes royales et départementales; des canaux, rivières, cours d'eau navigables; des chemins de fer construits et projetés: indiquant par des signes particuliers les relais de poste aux chevaux et aux lettres, et donnant un précis statistique sur chaque département, dressé à l'échelle de un trois cent cinquante millièmes; par CHARLE, géographe, attaché au dépôt général de la guerre, membre de la Société de géographie: avec des augmentations, par DARMET, chargé des travaux topographiques au ministère des affaires étrangères et GRANGER, au dépôt des ponts-et-chaussées, chargé des dernières rectifications et des cartes particulières des *Colonies françaises* qui devront paraître en 1835; imprimé sur format in-folio, grand raisin des Vosges, de 23 pouces en largeur, et de 17 pouces en hauteur.

Chaque département se vend séparément.

Le *Nouvel Atlas national* se compose de 80 planches (à cause de l'uniformité des échelles, sept feuilles contiennent deux départemens).

PRIX:

Chaque carte séparée, en noir.	» fr. 40 c.
Idem, coloriée.	» 60
L'Atlas complet, avec titre et table, noir, .	32 »
Idem, colorié	48 »
Idem, cartonné en plus.	8 »

FAUNA JAPONICA, sive descriptio animalium, quæ in itinere per Japoniam, jussu et auspiciis superiorum, qui summun in India Batava imperium tenent, suscepto, annis 1823-1830, collegit, notis, observationibus et adumbrationibus illustravit: Ph. Fr. de Siebold. Prix de chaque livraison, 26 francs. L'ouvrage aura 25 livraisons.

OUVRAGES DIVERS.

ABUS (des) EN MATIÈRE ECCLÉSIASTIQUE; par M. BOYARD. 1 vol. in 8°. 2 fr. 50 c.

ANNUAIRE DU BON JARDINIER ET DE L'AGRONOME, renfermant la description et la culture de toutes les plantes utiles ou d'agrément qui ont paru pour la première fois.

Les années 1826, 27, 28, coûtent 1 fr. 50 c. chaque.

Les années 1829 et 1830, 3 fr. chaque.

ART DE COMPOSER ET DÉCORER LES JARDINS, o nient neuf; par M. Boitard, accompagné d'un Atlas contenant gravées par l'auteur. Deux vol. oblongs.

ART DE CULTIVER LES JARDINS, ou Annuaire du bo ne Agronome, renfermant un calendrier indiquant mois pa travaux à faire tant en jardinage qu'en agriculture; les princip jardinage, tels que connaissances et compositions des terres, des plantes par semis, marcottes, boutures, greffes, etc.; l description de toutes les espèces et variétés d'arbres fruitiers et d gères, ainsi que toutes les espèces et variétés de plantes utiles par un *Jardinier agronome*. 1 gros volume in-18, 1833. O figures.

Les années 1831 et 1832, 1833 et 1834, 3 fr. 50 c. chaque.

LES ANIMAUX CÉLÈBRES, anecdotes historiques sur telligence, d'adresse, de courage, de bonté, d'attachement, sance, etc., des animaux de toute espèce, ornés de gravures; 2 vol. in-12.

ARITHMÉTIQUE DES DEMOISELLES, ou Cours élém métique, en 12 leçons; par M. Ventenac. 1 vol.

Cahier de questions pour le même ouvrage.

ART DE BRODER, ou Recueil de modèles coloriés anal rentes parties de cet art, à l'usage des demoiselles; par Au 1 vol. oblong.

ART (l') DE CONSERVER ET D'AUGMENTER LA corriger et déguiser les imperfections de la nature; par La in-18, ornés de gravures.

BARÊME (le) PORTATIF DES ENTREPRENEURS EN TIONS ET DES OUVRIERS EN BATIMENT; par M. I in-24.

BEAUTÉS (les) DE LA NATURE, ou Description des ar cataractes, fontaines, volcans, montagnes, mines, etc., les naires et les plus admirables qui se trouvent dans les quatre par par Antoine. 1 vol., orné de six gravures.

BOTANIQUE (la) DE J.-J. ROUSSEAU, contenant t écrit sur cette science, augmentée de l'exposition de la méthode et de Linnée, suivie d'un Dictionnaire de botanique et de not par M. Deville. 2ᵉ *édition*. 1 gros vol., orné de 8 planches.

Figures coloriées.

CORDON BLEU (le), NOUVELLE CUISINIÈRE BOUR gée et mise en par ordre alphabétique; par mademoiselle Mar *me édition*, considérablement augmentée. 1 vol. in-18.

CHIENS (les) CÉLÈBRES. *Troisième édition*, augmenté veaux et curieux sur l'instinct, les services, le courage, la recon fidélité de ces animaux; par M. Fréville. 1 gros volume i planche.

CHOIX (nouveau) D'ANECDOTES ANCIENNES ET tirées des meilleurs auteurs, contenant les faits les plus inté toire en général, les exploits des héros, traits d'esprit, saillie bons mots, etc., etc., suivi d'un précis sur la Révolution M. Bailly. *Cinquième édition*, revue, corrigée et augmentée pa nart. 4 vol. in-18, ornés de jolies vignettes.

CHOIX (nouveau) DE CHANSONS ET DE POÉSIE

3 jolis vol. in-32.

CODE DES MAITRES DE POSTE, DES ENTREP DILIGENCES ET DE ROULAGE, ET DES VOITURIE RAL PAR TERRE ET PAR EAU, ou Recueil généra

eil, Arrêts de règlement, Lois, Décrets, Arrêtés, Ordonnances du roi
utres actes de l'autorité publique, concernant les Maîtres de Poste, les
epreneurs de Diligences et Voitures publiques en général, les Entrep.,
s et Commissionnaires de Roulage, les Maîtres de Coches et de Bateaux,
; par M. Lanon, avocat à la Cour royale de Paris, 2 vol. in-8. 12 fr.

OURS D'ENTOMOLOGIE, ou de l'Histoire naturelle des crustacés, des
hnides, des myriapodes et des insectes, à l'usage des élèves de l'Ecole du
éum d'Histoire naturelle, par M. Latreille, professeur, membre de
ilitut, etc., etc. Première année, contenant le discours d'ouverture du
s. — Tableau de l'histoire de l'Entomologie. — Généralité de la classe des
stacés et celle des Arachnides, des Myriapodes et des Insectes. — Expo-
n méthodique des ordres, des familles, et des genres des trois premières
ses. 1 gros vol. in-8, et un atlas composé de 24 planches. 16 fr
a seconde et dernière année, complétant cet ouvrage, paraîtra bientôt.

ICTIONNAIRE BOTANIQUE ET PHARMACEUTIQUE, contenant
rincipales propriétés des minéraux, des végétaux et des animaux, avec les
parations de pharmacie, internes et externes, les plus usitées en médecine
chirurgie, etc., par une société de médecins, de pharmaciens et de natura-
s. Ouvrage utile à toutes les classes de la société, orné de 17 grandes plan
représentant 278 figures de plantes gravées avec le plus grand soin; 3 edit.
ie, corrigée et augmentée de beaucoup de préparations pharmaceutiques
e recettes nouvelles 2 gros vol. in 8, fig. en noir 18 fr.
e même, fig. coloriées d'après nature. 25 fr.
et ouvrage est spécialement destiné aux personnes qui, sans s'occuper de la
lecine, aiment à secourir les malheureux.

ESCRIPTION DES MŒURS, USAGES ET COUTUMES de tous
peuples du monde, contenant une foule d'Anecdotes sur les sauvages d'A-
ue, d'Amérique, les Anthropophages, Hottentots, Caraïbes, Patagons,
, etc. *Seconde édition*, très augmentée. 2 volumes in-18, ornés de douze
ures. 5 fr

ES DERNIERS MOMENS DE LA RÉVOLUTION DE POLOGNE
1831, depuis l'attaque de Varsovie, récit des événemens de l'époque,
ompagné des Observations et des Notes historiques, par M. Jean-Népomu-
e Jakowski. In-8. 2 fr. 50 c.

PILEPSIE (de l') EN GÉNÉRAL, et particulièrement de celle qui
détermine par des cause morales; par M. Doussin-Dubreuil. 1 vol. in 12
ième édition. 3 fr.

SPAGNE (de l'), et de ses relations commerciales; par F.-A. de Ca
8°. 3 fr

TUDE ANALYTIQUE SUR LES DIVERSES ACCEPTIONS DES
TS FRANÇAIS, par mademoiselle Faure 1 vol in-12. 2 fr. 50 c

VÉNEMENS DE BRUXELLES ET AUTRES VILLES DU ROYAUME
S PAYS-BAS, depuis le 25 août 1830, précédés du Catéchisme d
yen belge et de chants patriotiques. 1 vol in-18. 1 fr. 25

XTRAIT D'UN DISCOURS SUR L'ORIGINE DU CLERGÉ, les
grès et la décadence du pouvoir temporel; par l'ancien archevêque de T...
chure in-8. 2 fr.

XAMEN DU SALON DE 1827, avec cette épigraphe: *Rien n'est beau*
le vrai. 2 brochures in-8. 3 fr.

ALERIE DE RUBENS, dite du Luxembourg, faisant suite aux galeries
Florence et du Palais-Royal; par MM. Mathey et Castel. Treize livraisons
tenant 25 planches. 1 gros vol in fol. (Ouvrage terminé.)
rix de chaque livraison, figures noires. 6 fr.
vec figures coloriées. 10 fr.

ÉOMÉTRIE PERSPECTIVE, avec ses applications à la recherche
ombres, par C.-F. Dupuis colonel du génie, membre de la Légion-

d'Honneur, et secrétaire de la Société des Arts de Genève; i
Atlas de 22 planches in-4.

GRAISSINET (M.), ou Qu'est-ce donc? histoire comique,
véridique, publiée par DUVAL. 4 vol. in-12.

Ce roman, écrit dans le genre de ceux de Pigault, est un des
que nous ayons.

HISTOIRE DE POLOGNE, d'après les historiens polonais
Albertrandy, Czacki, Lelewel, Bandtkie, Niemcewicz, Zielinsk
Oginski, Chodzko, Prdezaszynski, Mochnacki, et autres écrivai
2 vol. in-8.

HISTOIRE DES PROGRÈS DES SCIENCES NATURELL
2789 jusqu'à ce jour; par M. le baron G. CUVIER. 4 vol. in-8.

HISTOIRE DES LÉGIONS POLONAISES EN ITALIE,
mandement du général Dombrowski, par LEONARD CHODZKO. 2 vo

INFLUENCE (de l') **DES ÉRUPTIONS ARTIFICIEL**
CERTAINES MALADIES, par JENNER, auteur de la découver
cine. Brochure in-8.

LETTRES SUR LES DANGERS DE L'ONANISME, et
au traitement des maladies qui en résultent; ouvrage utile a
famille et aux instituteurs; par M. DOUBLE-DURBREUIL. 1 vol. in-
édition.

LETTRES SUR LA MINIATURE, par MANSION. 1 vol. in-1
MANUEL DES JUSTICES DE PAIX, ou Traité des fonctions
ons des Juges de paix, des Greffiers et Huissiers attachés à leur
les formules et modèles de tous les actes qui dépendent de leur
quel on a joint un recueil chronologique des lois, des décrets, des
du roi, et des circulaires instructions officielles, depuis 1790, et
cinq Codes; contenant les dispositions relatives à la compétence de
paix; par M. LAVIMBERT, ancien jurisconsulte. *Nouvelle édition*,
fondue, par M. RONDONNEAU. 1 gros volume in-8. 1833.

— **MUNICIPAL** (nouveau), ou Répertoire des Maires, Adjoi
lers municipaux, Juges de paix, Commissaires de police, et des C
çois, dans leurs rapports avec l'administration, l'ordre judiciaire,
électoraux, la garde nationale, l'armée, l'administration forestière
tion publique et le clergé; contenant l'exposé complet du droit et
des Officiers municipaux et de leurs Administrés, selon la législati
suivi d'un appendice dans lequel se trouvent les formules pour tou
l'administration municipale, par M. BOTARD, président à la Cour
çois. 2 vol. in-8. 1834.

— **DE LITTÉRATURE A L'USAGE DES DEUX SEX**
nant un précis de rhétorique, un traité de la versification françai
tion de tous les différens genres de compositions en prose et en
exemples tirés des prosateurs et des poètes les plus célèbres, et
sur l'art de lire à haute voix; par M. VIOLET. 5e. *édition*, revue
d'HAUTEROCHE. 1 vol. in-18.

MANUEL DES POIDS ET MESURES, des monnaies et d
mal; par M. TARBÉ DES SABLONS. Edition avec un supplement cont
tions faites à l'édition in-18. 1 gros vol. in-8.

— **DES EXPERTS EN MATIÈRES CIVILES**, ou Traités
Codes civil, de procédure et de commerce: 1° des experts, de le
leurs devoirs, de leurs rapports, de leur nomination, de leur rém
nération, de leurs vacations, et des principaux cas où il y a lie
mer; 2° des biens et des différentes espèces de modifications de
3° de l'usufruit, de l'usage et de l'habitation; 4° des servitudes r
cières; 5° des réparations locatives, de la garantie des défauts de
due, de la vérification des écritures, du faux incident civil, &c

ont aux indemnités auxquelles elles peuvent donner lieu entre les propriét
de terrains et les concessionnaires, et de l'estimation ou fixation de la va
es différentes espèces de biens, notamment de ceux qui sont expropriés
cause d'utilité publique; 6° des bois taillis des futaies et forêts, de leur sé
on, délimitation et arpentage, le tout d'après les règles établies par le
forestier.

ouvrage, indispensable aux architectes, entrepreneurs, propriétaires,
ers, locataires experts et autres, est terminé par des modèles de procès
ix, ou rapports des principales opérations d'experts en matières contes
s et non contentieuses, par M. Ch., ancien jurisconsulte, auteur du *Ma
es arbitres*. 6e édit. 6 fr.

NUEL DES ARBITRES, ou Traité des principales connaissances néces
pour instruire et juger les affaires soumises aux décisions arbitrales, soit en
res civiles ou commerciales, contenant les principes, les lois nouvelles,
cisions intervenues depuis la publication de nos Codes, et les formules qui
rnent l'arbitrage, ouvrage indispensable aux personnes qui consentent à
omises arbitres ou qui sont attachées à l'ordre judiciaire, ainsi qu'aux
es, négocians, propriétaires, etc., par M. Ch., ancien jurisconsulte
r du *Manuel des Experts*. Nouvelle édition. 8 f.

COMPLET DU VOYAGEUR AUX ENVIRONS DE PARIS, ou Ta
actuel des environs de cette capitale. 1 gros vol. in-18, orné d'un grand
re de vues et d'une carte très détaillée des environs de Paris; par M. DE
. 3 f.

COMPLET DU VOYAGEUR DANS PARIS, ou nouveau Guide de l'é
er dans cette Capitale; par M. LEBRUN. 1 gros vol. in-18, orné d'un grand
re de vues et de trois cartes. 3 fr. 50 c.

MOIRES ET CORRESPONDANCE DE DUPLESSIS-MORNAY 12 vol. in-8.
84 f.

MOIRES SUR LA GUERRE DE 1809 EN ALLEMAGNE, avec les
tions particulières des corps d'Italie, de Pologne, de Saxe, de Naples et de
beren: par le général PELET, d'après son journal fort détaillé de la cam
d'Allemagne, ses reconnaissances et ses divers travaux, la correspondance
poléon avec le major-général, les maréchaux, les commandans en chef,
accompagnés de pièces justificative et inédites. 4 vol. in-8. 28 fr.

THODE COMPLÈTE DE CARSTAIRS, dite **AMERICAINE**, ou l'Art
re en peu de leçons par des moyens prompts et faciles: traduit de l'anglais
dernière édition, par M. TARBARY, professeur. 1 vol. oblong, accompa
'un grand nombre de modèles mis en français. 3 fr.

NISTRE (le) **DE WAKEFIELD**. 2 vol. in-12. Nouvelle édition. 4 fr.

TES SUR LES PRISONS DE LA SUISSE et sur quelques unes du cont
t de l'Europe; moyens de les améliorer; par M. Fr. Cuningham; suivies
description des prisons améliorées de Gand, Philadelphie, Ilchester et
nk; par M. Buxton. In-8. 4 fr. 50.

OSOGRAPHIE GÉNÉRALE ÉLÉMENTAIRE, ou Description et trai
nt rationnel de toutes les maladies; par M. SAUCEROTTE, docteur de la
lté de Paris. Nouvelle édition. 4 vol. in 8. 20 fr.

OUVEAU COURS DE THÈMES pour les sixième, cinquième qua
e, troisième et deuxième classes, à l'usage des colléges; par M. PLANCHE,
sseur de rhétorique au collége royal de Bourbon, et M. CARPENTIER. Ou
recommandé *pour les* colleges par le Conseil royal de l'Université. Seconde
n, entièrement refondue et augmentée. 4 vol. in-12. 10 fr.

mêmes avec les corrigés à l'usage des maîtres, 10 vol. 22 fr. 50 c.

On vend séparément:

Cours de sixième à l'usage des élèves, 1 fr.
Le corrigé à l'usage des maîtres, 2 fr. 50 c.
Cours de cinquième à l'usage des élèves, 1 fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de quatrième à l'usage des élèves, 1 fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de troisième à l'usage des élèves, 1 fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de seconde à l'usage des élèves, 2 fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.

ŒUVRES POÉTIQUES DE BOILEAU. *Nouvelle édition*, accompagnée de Notes faites sur Boileau par les commentateurs ou littérateurs les plus distingués; par M. J. Planche, professeur de rhétorique au collége royal de Bourbon, et M. Noel, inspecteur-général de l'Université. 1 gros v. in-12. 1 fr. 50 c.

— **DE KRASICKI.** 1 vol. in-8, à deux colonnes, gr. papier vélin. 2 fr.

ORDONNANCE SUR L'EXERCICE ET LES MANŒUVRES D'INFANTERIE, du 4 mars 1831 (École du soldat et de peloton). 1 vol. in-18, orné de figures. 75 c.

PENSÉES ET MAXIMES DE FÉNELON. 1 vol. in-18, portrait. 3 fr.

— **DE J.-J. ROUSSEAU.** 2 vol. in-18, portrait. 3 fr.

— **DE VOLTAIRE.** 2 volumes in-18, portrait. 3 fr.

PRÉCIS DE L'HISTOIRE DES TRIBUNAUX SECRETS DANS LE NORD DE L'ALLEMAGNE, par A. Louis Veinard. 1 vol. in-18. 1 fr. 25 c.

PRÉCIS HISTORIQUE SUR LES RÉVOLUTIONS DES ROYAUMES DE NAPLES ET DE PIEMONT EN 1820 ET 1821, suivi de documents authentiques sur ces événements; par M. le comte de D... *Deuxième édition.* 1 volume in-8. 4 fr. 50 c.

PRINCIPES DE PONCTUATION, fondés sur la nature du langage écrit, par M. Fert, ouvrage approuvé par l'Université. Un vol. in-12. 1 fr. 50 c.

PROCÈS DES EX-MINISTRES; Relation exacte et détaillée, contenant tous les débats et plaidoyers recueillis par les meilleurs sténographes. *Troisième édition.* 3 gros volumes in-18, ornés de quatre *portraits gravés* sur acier. 7 fr. 50 c.

ROMAN COMIQUE DE SCARON. 4 volumes in-12, figures. 8 fr.

RECUEIL GÉNÉRAL ET RAISONNÉ DE LA JURISPRUDENCE et des attributions des justices de paix, en toutes matières, civiles, criminelles, de police, de commerce, d'octroi, de douanes, de brevets d'invention, contentieuses et non contentieuses, etc. etc., par M. Bissy. Cet ouvrage honoré d'un accueil distingué par les magistrats et les jurisconsultes, vient d'être entièrement refondu dans une troisième édition; c'est à présent une véritable encyclopédie où l'on trouve tout, absolument tout ce que l'on peut désirer sur ces matières. Toutes les questions de droit, de compétence, de procédure y sont traitées, et des lacunes, des controverses très nombreuses y sont examinées et aplanies. *Troisième édition.* 2 forts volumes in-8. 1834. 15 fr.

SCIENCE (la) ENSEIGNÉE PAR LES JEUX, ou Théorie scientifique des jeux les plus usuels, accompagnée de recherches historiques sur leur origine, servant d'introduction à l'étude de la mécanique, de la physique, etc; imité de l'anglais par M. Richard, professeur de mathématiques. Ouvrage orné *d'un grand nombre* de vignettes gravées sur bois par M. Gouard fils. 2 *volumes in-18.* 7 fr.

STATISTIQUE DE LA SUISSE, par M. Pictet, de Genève. 1 gros *in 12 de plus de 600 pages.*

SERMONS DU PÈRE L'ENFANT, PRÉDICATEUR DU ROI LOUIS XVI. 8 gros volumes in 12, ornés de son portrait. *Deuxième édition.* 20 fr.

SYNONYMES (nouveaux) FRANÇAIS, à l'usage des Demoiselles; par mademoiselle Faure. 1 volume in-12. 3 fr.

DE LA POUDRE LA PLUS CONVENABLE AUX ARMES A PISTON; par M. C.-F. Vergnaud aîné. 1 volume in-18. 75 c.

THÉORIE DU JUDAISME, par l'abbé Chiarini, 2 vol. in 8. 10 fr.

TABLEAU DE LA DISTRIBUTION MÉTHODIQUE DES ESPÈCES MINÉRALES suivie dans le cours de minéralogie fait au Muséum d'histoire naturelle en 1833, par M. Alexandre Brongniart, professeur. Broch. in-8. 2 fr.

VOYAGE MÉDICAL AUTOUR DU MONDE, exécuté sur la corvette du roi *la Coquille*, commandée par le capitaine Duperrey, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825: suivi d'un mémoire sur les *Races humaines* répandues dans l'Océanie, la Malaisie et l'Australie; par m. Lesson. 1 vol. in-8. 4 fr. 5 c.

OUVRAGES POUR COMPTE.

ABRÉGÉ D'HISTOIRE UNIVERSELLE, *première partie*, comprenant l'histoire des Juifs, des Assyriens, des Perses, des Egyptiens et des Grecs, jusqu'à la mort d'Alexandre-le-Grand, avec des tableaux de synchronismes: par M. Bouveon, professeur de l'académie de Besançon. *Seconde édition.* 1 vol. 2 f.

ABRÉGÉ D'HISTOIRE UNIVERSELLE, *seconde partie*, comprenant l'histoire des Romains depuis la fondation de Rome: par M. Bouveon, etc. 2 vol. in-12. 5 f. 50 c.

ABRÉGÉ DE L'HISTOIRE UNIVERSELLE, *troisième partie*, comprenant l'Histoire des Gaulois, les Gallo-Romains, les *Francs* et les Français jusqu'à nos jours, avec des Tableaux de synchronismes; par M. J.-J. Bouveon. 2 volumes in-12. 6 fr.

ARABESQUES POPULAIRES, suivies de l'Album des murailles. Un vol in 18. 3 fr.

ALBUM TOPOGRAPHIQUE; par Perrot. 1 cahier oblong contenant six planches coloriées. 7 f

ALMANACH DU CULTIVATEUR, pour l'année bissextile 1836, douzième année. 2 f 50 c

ARITHMÉTIQUE ÉLÉMENTAIRE, THÉORIQUE ET PRATIQUE; par Jouanne. 1 vol. in-8. 2 f. 50 c.

ART DE LEVER LES PLANS, et nouveau Traité d'arpentage et de nivellement: par Mastaing, 1 vol. in-12. 4 f

ATLAS DE LESAGE. *Nouvelle édition.* In-fol. cartonné. 200 f.

ANALYSES DES SERMONS du P. Guyon, précédées de l'Histoire de la mission du Mans 1 vol. in 12.

CARTE TOPOGRAPHIQUE DE SAINTE-HÉLÈNE, très bien gravée 1 f. 50 c.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES DE FRANCE, première session, tenue à Caen en juillet 1833. Un vol. in-8. 4 f. 50 c.

CATALOGUE DES LÉPIDOPTÈRES DU DÉPARTEMENT DU VAR; par M. L.-P. Casteret. In-8.

CHIMIE APPLIQUÉE AUX ARTS; par Chaptal, membre de l'Institut. *Nouvelle édition*, avec les additions de M. Guillerd, réunies en un seul gros vol. in 8. *grand papier.*

CONSIDÉRATIONS SUR LES TROIS SYSTÈMES DE COMM

CATIONS INTÉRIEURES, au moyen des routes, des chemins de fer et des canaux; par M. NADAULT, ingénieur des ponts-et-chaussées. 1 vol. in-4°. 6f.

COUPE THÉORIQUE DES DIVERS TERRAINS, ROCHES ET MINÉRAUX QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DU SOL DU BASSIN DE PARIS; par MM. CUVIER et ALEXANDRE BRONGNIART. Une feuille in-fol. 2 fr. 50 c.

COURS D'ARITHMÉTIQUE ET D'ALGÈBRE, élémentaires, théoriques et pratiques, avec un supplément pour les aspirans à la marine; par JOCARNO. 1 vol. 6 f.

ELECTIONS (des) SELON LA CHARTE ET LES LOIS DU ROYAUME, ou Examen des droits, privilèges et obligations attachés à la qualité d'électeur; par M. BOYARD. 1 vol. in-8. 6 f.

ELÉMENS (*nouveaux*) **DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE**; par M. FELLENS. 1 vol. in-12. 1 f. 25 c.

DES DROITS ET DES DEVOIRS DE LA MAGISTRATURE FRANÇAISE ET DU JURY, par M. BOYARD, conseiller à la Cour Royale de Nancy. 1 vol. in-8. 6 f.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DE LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA CHAINE DES VOSGES; par M. ROZET, capitaine au corps royal d'état-major. In-8, orné de planches et d'une jolie carte. 10 fr.

DESCRIPTION DES NOUVELLES MONTRES A SECONDES; par H. Robert. In-4 avec planches. 7 fr.

ESPRIT DU MÉMORIAL DE SAINTE-HÉLÈNE; par le comte de LAS CASES. 5 vol. in-12. 12 f.

ÉLÉMENS D'HISTOIRE NATURELLE, présentant dans une suite de tableaux synoptiques accompagnés de nombreuses figures, un précis complet de cette science; par C. Saucerotte, docteur en médecine de la faculté de Paris, membre correspondant de l'Académie royale de médecine et de plusieurs Sociétés savantes, auteur de divers ouvrages couronnés, professeur d'histoire naturelle, etc.

Cet ouvrage comprend trois parties, *Minéralogie-Géologie*, *Botanique* et *Zoologie* : il est accompagné d'un atlas de 35 pl. in-4, et terminé par une table étymologique des diverses branches de l'histoire naturelle.

Prix de l'ouvrage complet : 1 vol. in-4, de 30 feuilles d'*impression*, *figures* noires, 10 fr.; coloriées, 20 fr.

Chaque partie se vend séparément :

— Minéralogie-géologie, 2 édit., 1 vol. in-4, 5 planches, figures noires, 4 f.; coloriées, 8 fr.

— Botanique, 2 édit., 1 vol. in-4, 14 planches, figures noires, 5 fr. 50 c.; coloriées, 7 fr.

— Zoologie, 2 édit., 1 vol. in-4, 15 pl. fig. noires, 4 fr.; coloriées, 8 fr.

— Précis de géologie, 1 vol. in-4 avec 2 planches, 2 fr.

FONCTIONS (les) DE LA PEAU, et des Maladies graves qui résultent de leur dérangement; par M. DOUSSIN-DUBREUIL. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

GÉOMETRIE USUELLE, dessin géométrique et dessin linéaire sans instrumens, en 120 tableaux dédiés à M. le baron Fourier; par C. BOUTREUX. 1 vol. in-4. 10 f.

GLAIRES (des), de leurs causes, de leurs effets, et des indications à remplir pour les combattre. *Neuvième édition*; par M. DOUSSIN-DUBREUIL. In-8. 4 f.

GRAMMAIRE NOUVELLE DES COMMENÇANS, contenant les dix *parties du discours*, developpées et mises à la portée des enfans; par M. BEAU, *élève de M. Jacotot*. 1 f.

GUIDE GÉNÉRAL EN AFFAIRES, ou Recueil des modèles de toutes notes. *Troisième édition*. 1 vol. in-12. 1 f.

MAIRE COMPLET GEOGRAPHIQUE, STATISTIQUE ET CIAL DE LA FRANCE ET DE SES COLONIES; par le-Verzé. 2 vol. in-18. 9 fr.

TISME EN LITTÉRATURE, mémoire auquel la médaille d'or de ssse a été décernée : par madame Elisabeth Celnart. 1 fr. 25 c.

TION (DE L') DES JEUNES PERSONNES, ou indication suc; uelques améliorations importantes à introduire dans les pensionnats oiselle Fabre. 1 vol. in-12. 1 fr 50 c.

NS DE GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE ancienne et moderne, lat. Un gros vol. in 12. 4 fr.

MERON, ou les sept premiers jours de la création du monde, et les l'église chrétienne. 1 grand vol. in-8. 5 fr.

E CARTES HISTORIQUES; par M. Jouy, de l'Académie fran- ances le jeu.

l'Histoire romaine, l'Histoire de la monarchie française, l'Histoire Mythologie, l'Histoire sainte la Géographie.

se vend 50 c. de plus, à cause du planisphère

: du Nouveau Testament pour faire suite à l'Histoire sainte, l'His - ngleterre, l'Histoire des animaux, l'Histoire des empereurs, la Lec- sique, la Chronologie, l'Astronomie et la Botanique.

L D'AGRICULTURE, d'Economie rurale et des Manufacture du es Pays-Bas. La collection complète jusqu'à la fin de 1823 se com- vol. in-8. Prix, à Paris: 75 f.

S D'ARCHITECTURE; par Durand. 2 vol. in-4. 40 f.

graphique, ou tome troisième du même ouvrage : 20 f.

ES INEDITES de Buffon, J.-J. Rousseau, Voltaire, Piron, de archer, etc. 1 vol. in-12. 3 f.

ES (les) GARANTIES PAR LA CHARTE, ou de la Magistrature pports avec la liberté de la presse et la liberté individuelle : par 1 vol. in-8. 6 f

L DES BAINS DE MER, leurs avantages et leurs inconvéniens r. 1 vol. in-18. 2 f.

L DES INSTITUTEURS ET DES INSPECTEURS D'ÉCOLES ES; par ***, membre d'un comité d'arrondissement, 1 vol. 4 f.

L DU CAPITALISTE; par M. Bonnet, 1 vol. in-8. 6 fr.

L DU NEGOCIANT DANS SES RAPPORTS AVEC LA ouvrage indispensable aux armateurs, négocians, capitaines de mmissionnaires, courtiers, commis du dehors, etc. ; par M. Bachon employé à la douane de Bordeaux. 1 volume in-12. 4 f.

DES PEINTURES ORIENTALES ET CHINOISES en relief; ictor. 1 vol. in 18. 3 f.

L DES NOURRICES; par madame Elisabeth Celnart. Un vol. 1 fr 50 c.

DE TRÉFILERIE DE FIL DE FER, Par M. Mignard-Billinge, 3 fr. 50 c.

MONDE (la) de l'*Atlas de Lesage.* 2 f.

ES DE L'ENFANCE. *Deuxième édition,* revue et augmentée par honore Perrin. 1 vol. in-18. 2 f.

U MÉMORIAL DE SAINTE-HÉLÈNE, ou Observations criti- dotes inédites pour servir de supplément et de correctif à cet ou- nant un manuscrit inédit de Napoléon, etc. Orné du portrait de vol. in-8. 7 f.

ouvrage. 1 vol. in-12. 3 f. 50 c.

***EDE LECTURE ET D'ÉCRITURE,** d'après les principes d'el-

seignement universel de M. Jacotot, développés et mis à la portée monde; par Brard, 1 vol. in-4.

NOUVEAU RÉPERTOIRE DE LA JURISPRUDENCE ET SCIENCE DU NOTARIAT, depuis son organisation jusqu'à présent, dans l'ordre alphabétique, l'extrait et l'analyse des meilleurs de tout ce qu'il y a de plus intéressant sur cette matiere, avec des mules; par J.-J.-S. Sebire. 1 vol. in-8.

NOUVEAUX APERCUS SUR LES CAUSES ET LES EFFI CLAIRES: par M. Dormeis Dramreil. In-8

ŒUVRES DE M. BALLANCHE, 5 vol. in 8 papier vélin, à Prix de chaque vol.

Les mêmes, 16 volumes in-18, papier vélin, 12 ont paru, prix volume.

POÉSIES D'ADAM MICKIEWICZ; 3 volumes in-18, pa superfin d'Annonay.

PHILOSOPHIE ANTI-NEWTONIENNE, ou Essai sur une no sique de l'univers, par M. J. Beattès. 3 livraisons in 8.

RECUEIL DE MOTS FRANÇAIS, rangés par ordre de matière notes sur les locutions vicieuses et des règles d'orthographe, par *Quatrième édition*, in-8. cart.

RECUEIL ET PARALLÈLES D'ARCHITECTURE, par M. Grand in-fol.

RAPPORTS DES MONNAIES, POIDS ET MESURES des états de l'Europe: ce tarif est collé sur bois

SOURD-MUET (le) ENTENDANT PAR LES YEUX, Moyen de communication avec ces infortunés, par des procédés l'écriture, suivi d'un projet d'imprimerie syllabique; par le fils Huet. Un vol. in-4°.

STÉNOGRAPHIE, ou l'Art d'écrire aussi vite que la parole simplifiée d'après les systèmes des meilleurs auteurs français, avec par C. D. Lagache. Un vol. in-8.

STÉNOGRAPHIE, ou l'Art d'écrire aussi vite que la parole par Prépeau. *Nouvelle édition.*

SOUVENIRS ATLANTIQUES, Voyage aux États-Unis et au Ca Théodore Pavie. 2 vol. in 8.

TABLEAU DES PRINCIPAUX ÉVÈNEMENS QUI SE SONT A REIMS, depuis Jules-César jusqu'à Louis XVI inclusivement. par *Deuxième édition*, revue et augmentée. 1 vol. in-8°.

TRAITÉ SUR LA NOUVELLE DÉCOUVERTE DU LEVI LUTE, dit **LEVIER VINET** In 18.

TOPOGRAPHIE DE TOUS LES VIGNOBLES CONNUS. tous les renseignemens géographiques, statistiques et commerciaux vent intéresser les consommateurs et les négocians; quatrième éd lumes in-8°. Prix, 7 fr. 50

Ouvrages de M. l'abbé Caron.

LA ROUTE DU BONHEUR. 1 vol. in 18.
L'ART DE RENDRE HEUREUX TOUT CE QUI NOUS E 1 vol. in 18
LA VERTU PARÉE DE TOUS SES CHARMES. 1 vol. in 18
LE BEAU SOIR DE LA VIE. 1 vol in 18.
L'ECCLÉSIASTIQUE ACCOMPLI. 1 vol. in-18.
LES ÉCOLIERS VERTUEUX. 2 vol. in 18
L'HEUREUX MATIN DE LA VIE. 1 vol in 18.
NOUVELLES HÉROINES CHRÉTIENNES. 2 vol. in-18.
PENSÉES CHRÉTIENNES. 12 volumes in-18.
— **ECCLÉSIASTIQUES**. 12 vol. in-18.

RECUEIL DE CANTIQUES ANCIENS ET NOUVEAUX. 1 vol. in-18. 1 f. 50 c.

Ouvrages de M. Noel.

ABRÉGÉ DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE; par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in 12. 90 c.

GRAMMAIRE LATINE (nouvelle) sur un plan très méthodique; par M. Noël, inspecteur de l'université et M. Fellens, un vol. 1 fr. 80 c.

GRAMMAIRE FRANÇAISE (nouvelle) sur un plan très méthodique avec de nombreux exercices d'Orthographe, de Syntaxe et de Ponctuation, tirés de nos meilleurs auteurs, et distribués dans l'ordre des Règles; par MM. Noel et Chapsal. 3 volumes in-12 qui se vendent séparément, savoir:

— La Grammaire, 1 vol. 1 f. 50 c.

— Les Exercices, 1 vol. 1 f. 50 c.

— Le corrigé des Exercices. 1 f.

LEÇONS D'ANALYSE GRAMMATICALE, contenant: 1° des Préceptes sur l'art d'analyser: 2e des Exercices et des sujets d'analyse grammaticale, gradués et calqués sur les Préceptes; par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 1 f. 80 c.

LEÇONS D'ANALYSE LOGIQUE, contenant: 1° les préceptes de l'art d'analyser: 2° des Exercices et des sujets d'analyse logique, gradués et calqués sur les Préceptes; par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 1 f. 80 c.

TRAITÉ (nouveau) **DES PARTICIPES,** suivi de dictées progressives, par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 1 f.

CORRIGÉ DES EXERCICES SUR LE PARTICIPE. 1 vol. in-12. 1 f.

COURS DE MYTHOLOGIE. 1 vol. in-12. 2 f.

NOUVEAU DICTIONNAIRE DE LA LANGUE FRANÇAISE. 8e *édition*. 1 vol. in-8, grand papier. 8 f.

Ouvrages de M. Olivier.

ARITHMÉTIQUE USUELLE ET DE COMMERCE, ou Cours complet de calcul théorique et pratique. *Sixième édition.* 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

RECUEIL des 500 exercices et des 350 problèmes très variés, contenus dans l'Arithmétique usuelle et de commerce. 6e *édition*. In-12 1 f. 25 c.

PHYSIQUE USUELLE, ou Thèmes sur la physique, pour être appris de mémoire, par les élèves. *Deuxième édition.* In-12. 2 f.

TOISÉ DES SURFACES ET DES VOLUMES, autrement appelé Planimétrie et Stéréométrie. In-12. 1 f.

GÉOMÉTRIE USUELLE, ou Cours de mathématiques théorique et pratique, 1 vol. in 8 6 f.

MÉCANIQUE USUELLE, contenant la théorie des forces, ainsi que l'application de ces principes aux différentes machines, telles que les leviers, les poulies et moufles, le treuil, le plan incliné, la vis et le coin, le tout suivi de problèmes, par G.-F. Olivier, bachelier ès sciences, etc. 1 fr. 50 c.

Cet ouvrage, réellement élémentaire et à la portée de tout le monde, faisant suite à la *Géométrie usuelle*, est principalement destiné aux jeunes élèves des colléges et institutions.

Ouvrages de M. Viterbi.

GRAMMAIRE CLASSIQUE, ou cours complet et simplifié de langue française, théorique et pratique réellement élémentaire et à la portée des jeunes élèves de l'un et de l'autre sexe 1 fr. 25 c.

EXERCICES sur l'orthographe et la Syntaxe. 1 fr. 25 c.

GÉOGRAPHIE CLASSIQUE suivie d'un Dictionnaire explicatif *des lieux principaux de la géographie ancienne*, à l'usage des jeunes élèves des colléges et institutions. 1 fr. 25 c.

CHRONOLOGIE CLASSIQUE, ou abrégé d'Histoire générale, 1re partie

rigine de celles qui existent maintenant. A l'usage des jeunes élèves des collèges et institutions. 1

Ouvrages pour les Écoles chrétiennes.

ABRÉGÉ DE GÉOMÉTRIE PRATIQUE appliquée au dessin linéaire, au toisé et au lever des plans; suivi des principes de l'architecture et de la perspective; par F. P. et L. C. Ouvrage orné de 430 figures en taille douce. Prix, broché: 2 f. 50

NOUVEAU TRAITÉ D'ARITHMÉTIQUE DÉCIMALE, contenant toutes les opérations ordinaires du calcul, les fractions, la racine carrée, les réductions des anciennes mesures, et réciproquement; un abrégé de l'ancien calcul, les principes pour mesurer les surfaces et la solidité des corps, etc. Edition enrichie de 1316 problèmes à résoudre, et d'une planche représentant plusieurs gravures de géométrie, pour servir d'exercice aux élèves; par les mêmes. Vol. in-12, de 216 pages. Prix, broché: 1 f. 50

RÉPONSES ET SOLUTIONS des 1316 questions et problèmes contenus dans le nouveau Traité d'arithmétique décimale; par les mêmes. Vol. in-12 de 81 pages. Prix, broché: 1 f. 20

NOUVELLE CACOGRAPHIE, dont les exemples sont tirés tant de l'Ecriture-Sainte que des saints Pères et autres bons auteurs; suivie de modèles d'actes; par les mêmes. Vol. in-12. Prix, broché: 75 c

CORRIGÉ DES EXERCICES DE LA CACOGRAPHIE, dont les exemples sont tirés tant de l'Ecriture-Sainte que des saints Pères et autres bons auteurs; par les mêmes. 1 vol. in-12. Prix, broché: 1 f

ABRÉGÉ DE GÉOGRAPHIE COMMERCIALE ET HISTORIQUE contenant un précis d'astronomie selon le système de Copernic, les définitions des différens météores, un tableau synoptique pour chaque département, et des notions historiques sur les divers états du globe, etc.; par L. C. et F. P. Vol. in-12, orné de 6 cartes géographiques. A l'usage des écoles primaires. 1 f. 20 c

---

OUVRAGES D'ASSORTIMENT.

ABRÉGÉ DE LA FABLE, ou de l'Histoire poétique, par Jouvency, traduit en français et rangé suivant la méthode de Dumarsais. In-18. 1 f. 50 c

ABRÉGÉ DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE, par M. de Wailly. Dernière édition. 1 vol. in-12. 75 c

ABRÉGÉ DE L'HISTOIRE DE FRANCE, à l'usage des élèves de l'ancienne école royale militaire, 1 vol. in-12, cart. 2 f

— **DE L'HISTOIRE ROMAINE,** *idem*, in-12, cart. 2 f

— **DE L'HISTOIRE ANCIENNE,** *idem*, in-12, cart. 2 f

— **DE L'HISTOIRE SAINTE,** *idem*, in-12, cart. 1 fr. 75

— **DE LA FABLE,** *idem*, in-12, cart. 1

ANNÉE AFFECTIVE, par Avrillon. In-12. 1 f. 50

ABRÉGÉ DES TROIS SIÈCLES DE LA LITTÉRATURE FRANÇAISE, par Sabatier de Castres. 1 vol. in-12. 3

ABRÉGÉ DU COURS DE LITTÉRATURE DE LA HARPE, par Perrin. *Deuxième édition.* 2 vol. in-12. 7

AVENTURES DE TÉLÉMAQUE, par Fénelon. *Nouvelle édition*, avec des notes géographiques et mythologiques, et des remarques pour l'intelligence de ce poëme; augmentée des Aventures d'Aristonoüs. 1 vol. in-12. 2 f. 50

AVENTURES DE ROBINSON CRUSOÉ. 4 vol. in-18. 6

Le même ouvrage, 4 vol. in-32.

AME (l') CONTEMPLANT LES GRANDEURS DE DIEU.

AME (l') AFFERMIE DANS LA FOI, et prémunis contre la séduction de l'erreur. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

AMÉLIE MANSFIELD, par madame Cottin. 3 vol. in-18 4 f.

AVIS AUX PARENS, sur la nouvelle méthode d'enseignement mutuel; par G. C. Herbin 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

BEAUX TRAITS DU JEUNE AGE, par Fréville. *Troisième édition.* 1 vol. in-12 3 f.

CATÉCHISME HISTORIQUE, par Fleury. Un vol. in-18, cart. 60 c.

CÆSARIS COMMENTARII, ad usum Collegiorum. 1 vol. in-18. 1 f. 40 c.

CANTIQUES DE SAINT-SULPICE; 1 volume in-18. 1 fr. 25 c

CÉVENOL (le vieux); par Rabaut-Saint-Etienne, 1 vol. in-18. 3 f.

CICERONIS ORATOR. In 18. 75 f.

COMMENTAIRES (les) **DE CESAR.** *Nouvelle édition*, retouchée avec soin; par M. de Wailly. 2 vol. in-12. 6 f.

CORNELII NEPOTIS Vitæ excellentium imperatorum. 1 vol. in-18. 1 f.

DICTIONNAIRE (nouveau) **DE POCHE FRANÇAIS-ANGLAIS ET ANGLAIS-FRANÇAIS**, par Nugent. *Dix-huitième édition*, revue par M. Fain. 2 vol. in-16. 6 f.

DOCTRINE CHRÉTIENNE DE LHOMOND. in-12. 1 f. 50 c.

ÉDUCATION DES FILLES; par Fénelon. in-18, fig. 1 fr. 50 c.

ÉLÉMENS DE LA CONVERSATION ANGLAISE, par Perrin; revus par Fain. 1 vol in-12. 1 f. 25 c.

ÉLÉMENS D'ARITHMÉTIQUE, suivis d'exemples raisonnés en forme d'anecdotes, à l'usage de la jeunesse; par un Membre de l'Université. 1 vol. in 12. 1 f. 50 c.

ÉPITRES ET ÉVANGILES DES DIMANCHES ET FÊTES DE L'ANNÉE, avec de courtes réflexions. Edition augmentée des Prières de la Messe et des Vêpres du dimanche. In-12. 2 f. 50 c.

ESPRIT (de l') **DES LOIS**, par Montesquieu. *Nouvelle édition*, ornée du portrait de l'auteur. 4 gros vol. in-12. 12 f.

ESQUISSE D'UN TABLEAU HISTORIQUE DES PROGRÈS DE L'ESPRIT HUMAIN, par Condorcet. 1 gros. vol. in-18. 3 fr.

FABLES DE LAFONTAINE, avec figures, 1 vol. in-18, br. 1 fr. 50 c.

— **DE FLORIAN**, avec figures, 1 vol. in-18, br. 1 fr. 50 c.

LA FILLE D'UNE FEMME DE GÉNIE, traduit de l'anglais. 2 vol. in-12, avec figures. 6 fr.

GRAMMAIRE FRANÇAISE DE RESTAUT. Gros vol. in-12. 2 f. 50 c.

GRANDEUR (de la) **DES ROMAINS**, par Montesquieu. 1 vol. in-12. 2 f.

GRADUS AD PARNASSUM, ou Dictionnaire poétique latin-français. Grand in 8. 7 f.

GUIDE DU MARÉCHAL, par Lacroix. *Nouvelle édition.* 7 f. 50 c.

HISTOIRE DES DOUZE CÉSARS, par F. de La Harpe. *Cinquième édit.* 3 vol. in-18. 6 f. 50 c.

HISTOIRE ABRÉGÉE DE L'ANCIEN TESTAMENT, à l'usage de toutes les écoles, 1 vol in-12, cart. 1 fr. 50 c.

HISTORIETTES ET CONVERSATIONS A L'USAGE DES ENFANS, par Berquin. 2 vol. in 8. 3 f.

JARDINS (les quatre) **ROYAUX DE PARIS.** 1 vol. in-8. *Troisième édition.* 3 f. 50 c.

JÉRUSALEM DÉLIVRÉE, traduite en vers, par M. Octavien. 2 vol. in-18. 3 f.

JUSTINII HISTORIARUM ex Trogo Pompeio Libri XLIV. In-18. 1 f. 50 c.

JULII CÆSARIS **COMMENTARII.** 1 vol. in-18.

LETTRES DE MESDAMES DE COULANGES ET DE NINON LENCLOS, suivies de la Coquette vengée. 1 vol. in-12. 1 f.

LETTRES DE MESDAMES DE VILLARS, DE LAFAYETTE TENCIN. 1 vol. in-12. 1 f.

LETTRES DE MADEMOISELLE AISSÉ, accompagnées d'une no biographique et de notes explicatives. 1 vol. in-12. 1 f.

LETTRES PERSANES, par MONTESQUIEU. *Nouvelle édit.* 1 vol. in-12.

LETTRES DE J. MULLER à ses amis, MM. Bonstetten et Gleim, pr dées de la vie et du testament de l'auteur. In-8.

MALVINA, par madame COTTIN. 3 vol. in-8.

MÉMOIRES DE GRAMMONT, par HAMILTON. 2 vol. in-32, fig.

MÉMOIRES DU CARDINAL DE RETZ, DE GUY-JOLY ET DE DUCHESSE DE NEMOURS. *Nouvelle édition.* 6 vol. in-8, avec portrait.

MORALE (la) EN ACTION, ou Élite de faits mémorables et d'anecd instructives. 1 vol. in-12, orné de 4 gravures. Paris, 1820.

MORCEAUX CHOISIS DE FLÉCHIER, par HOLLAND. 2 vol. in- portrait. 1 f.

MORCEAUX CHOISIS DE FLEURY, par HOLLAND. 1 vol. in- portrait. 1 f.

OEUVRES DE CHAMPFORT. 3 vol. in-8.

OEUVRES DRAMATIQUES DE DESTOUCHES. 6 vol. in-8.

PARFAIT (le) CUISINIER, ou le Bréviaire des Gourmands. 1 vol -12.

PARFAIT (le) MODÈLE. 1 vol. in-12. 1 f.

PRÉCEPTEUR (le) DES ENFANS, par madame de RENNEVILLE. 1 in-12.

PSAUTIER de David. *Nouvelle édition.* 1 vol. in-12.

RÉCRÉATIONS D'EUGÉNIE, par madame de RENNEVILLE. *Troi édition.* 1 vol. in-18, orné de 4 jolies figures. 1 f.

RÉVOLUTION DE CONSTANTINOPLE EN 1807 ET 1808, par M CHERREAU de SAINT DENIS. 2 vol. in-8.

SELECTÆ E NOVO TESTAMENTO Historiæ ex Erasm 1 vol. in-18. 1 f.

Souvenirs de madame de Caylus. 1 vol. in-12.

TRAITÉ DE LA VENTE, par POTHIER. 1 vol. in-32.

DE LA MORT CIVILE en France, par M. DESQUIRON de SAINT-ALBA avocat près la Cour royale de Paris. 1 vol. in-8.

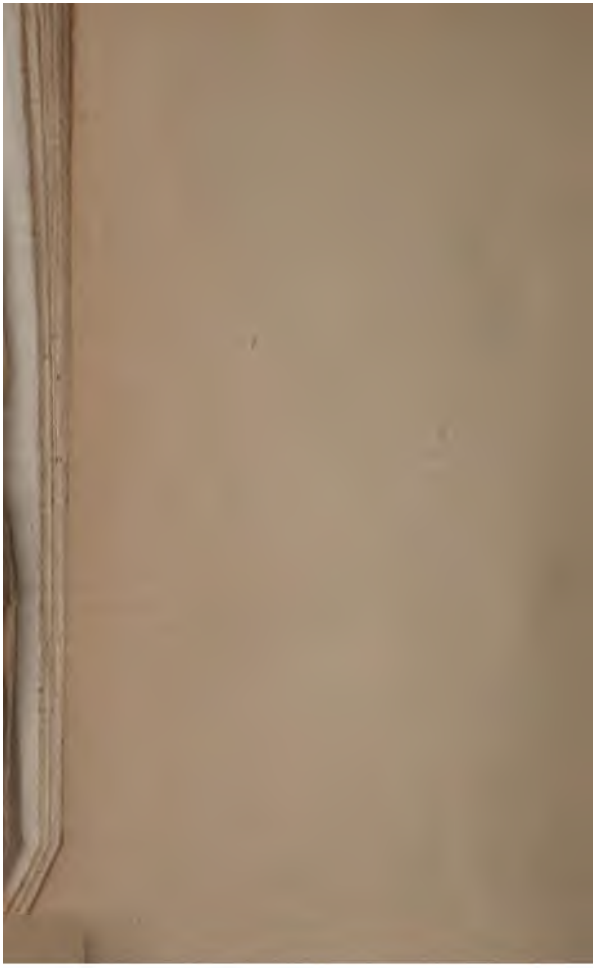
VÉRITABLE (le) ESPRIT DE J.-J. ROUSSEAU, par M. l'abbé S VIER. 3 vol. in-8.

VIE DE SAINT LOUIS DE GONZAGUE, de la Compagnie de Je 1 vol. in-12. 1 f.

VOYAGE DE CHAPELLE ET BACHAUMONT. 1 vol. in-32. 1 f.

VOYAGES (les) DE GULLIVER, traduits de SWIFT par DESFONTA *Nouvelle* et très jolie *édition*. 4 vol. in-18, ornés de belles gravures. Paris.

Imprimerie de BOURGOGNE et MARTINET, successeurs de Lenorm rue du Colombier, n. 30.



3 2044 020 088 043

st...
A fi... by retaining ... be returned to ... the last date time.
Please return promptly ... rred

MAY 19 '55 H

WIDENER
NOV 1 0 1996
BOOK DUE
CANCELLED